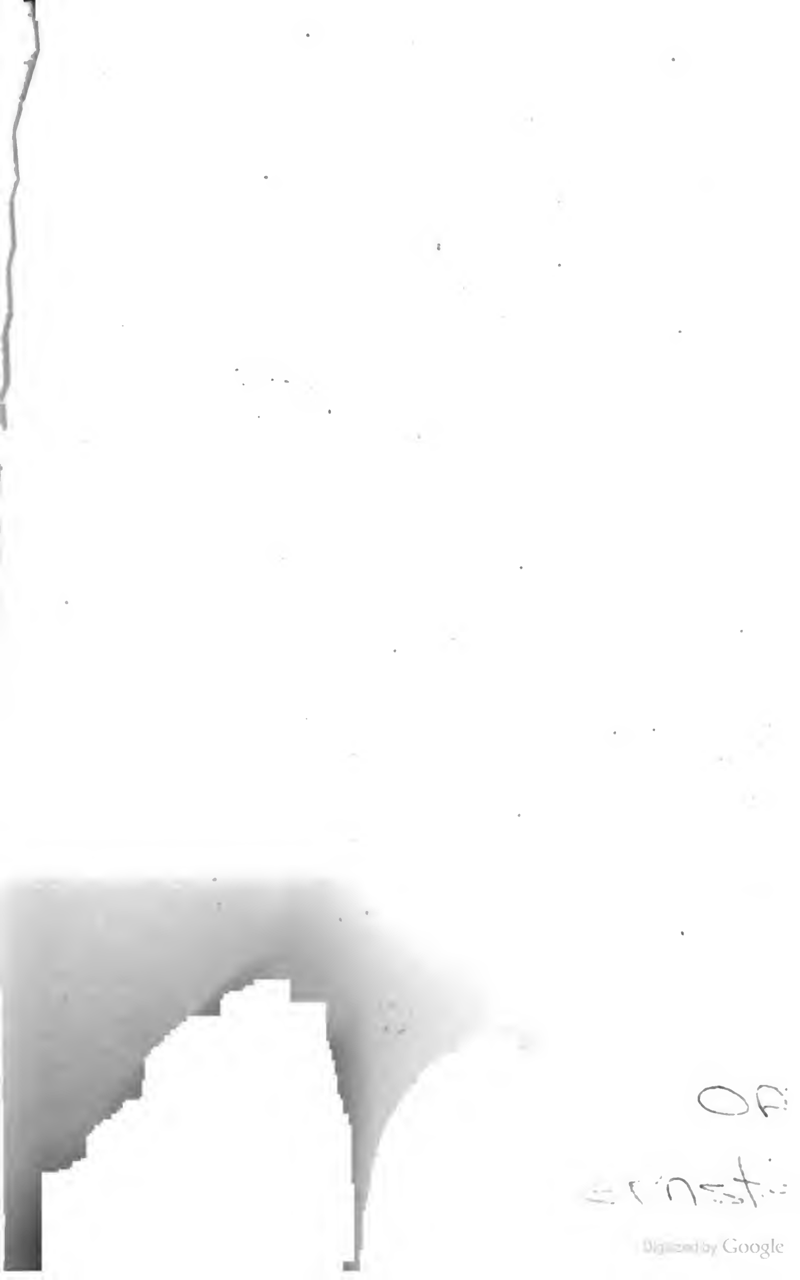
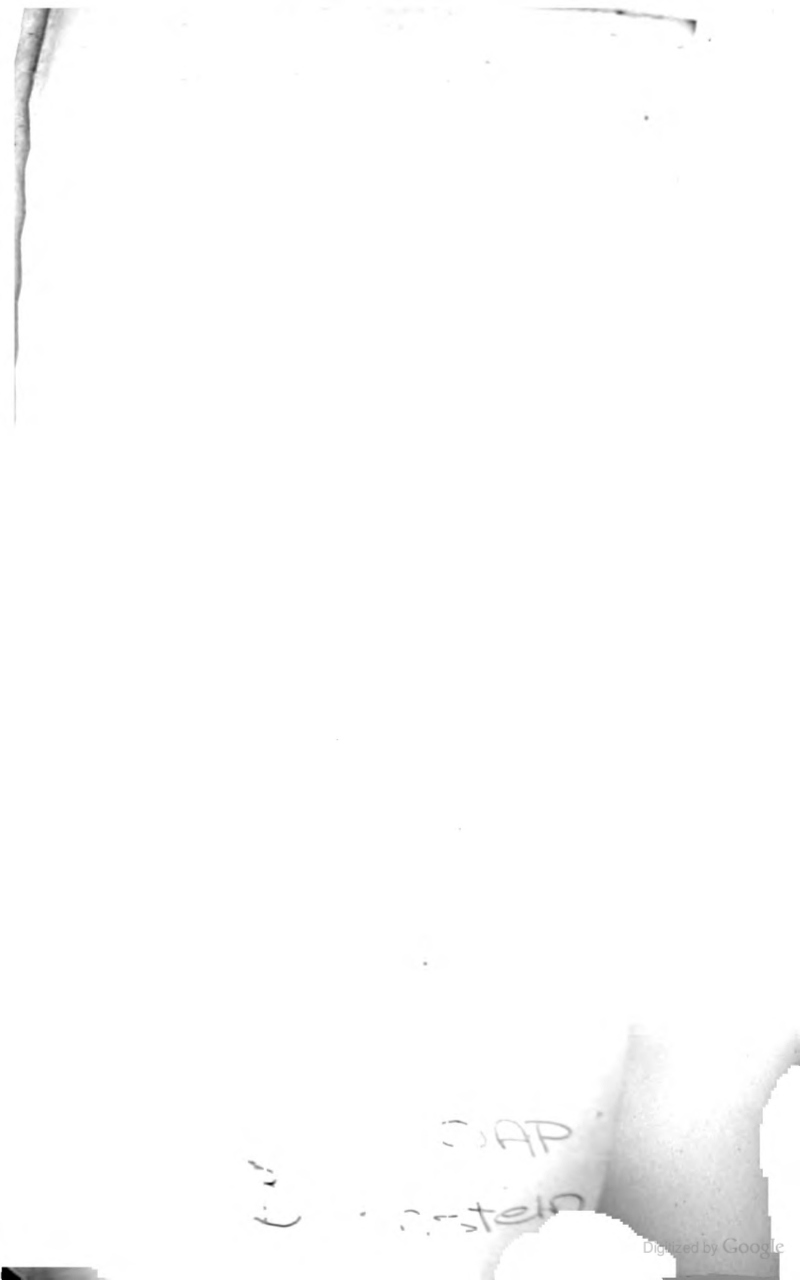
Naturwissen... Volksbücher

Aaron David Bernstein









Naturwissenschaftliche

Volksbücher.

Von

A. Bernstein.

Wohlfeile Gesammt-Ausgabe.

6

Sechster Band.

Dritte
vielfach verbesserte und vermehrte Auflage.

Dritter, unveränderter Abdruck.

Berlin.
Verlag von Franz Duncker.
1870.

Inhaltsverzeichniß.

I. Wichtigkeit der Chemie für's Leben.

Ueber keinen Zweig der Wissenschaft herrschen im Volke so wunderbare und sonderbare Begriffe wie über die Chemie.

In gebildeten und ungebildeten Kreisen giebt es Unzählige, die sich vom Sauerstoff eine Vorstellung machen, als wäre das etwas so Saures, daß Einem die Zähne weh thun, wenn man es nur ansieht; als wäre Wasserstoff noch zehnmal nasser als Wasser und als wäre Stickstoff ein Ding, daß alle Menschen daran ersticken, wenn es nur in die Stube hineinguckt. Und doch sind die Namen Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff so geläufig geworden, daß man sie fortwährend gebrauchen hört und man meinen müßte, es könnte kein Mensch auf der Welt existiren, der diese Dinge nicht in- und auswendig genau kennt.

In Wahrheit sollte es keinen Menschen geben, der nicht mindestens Etwas von den einfachsten Elementen der Chemie weiß. Die Chemie ist in Wirklichkeit zu einer Grundquelle der Naturwissenschaft geworden. Wer

sich in derselben nicht einigermaßen zurecht finden kann, der wird auf jedem Schritt der Naturwissenschaft unzähligen Dunkelheiten begegnen. Es ist in vollem Sinne des Wortes wahr, daß unser Athmen, unser Essen, das Wachsthum der Pflanze, das Leben des Thieres, das Dasein der Gesteine und die Bildung des Wassers, mit einem Worte, daß Alles in der Welt durchdrungen ist von einer Reihe fortwährender chemischer Vorgänge, und daß kein Lichtstrahl der wirklichen Erkenntniß der Welt möglich ist, wenn man im Reiche der Chemie im Finstern herumwandelt.

Wir wollen die Gründe nicht untersuchen, weshalb selbst so viele Gebildete noch ganz unwissend sind in diesem Zweig der Wissenschaft. Leider sind unsere höheren Bildungsanstalten noch jetzt meist Schulen, wo man nur todte Sprachen und Bücher lehrt, und das bereits herangereifte Geschlecht hat in den Schulen noch mehr von dieser todten Weisheit in sich aufzunehmen gehabt. — Wenn nun auch gegenwärtig der Drang in Vielen sehr lebendig ist, etwas von der ewig lebenden Natur kennen zu lernen, so schrecken doch die Meisten davor zurück, im reiferen Alter sich noch einmal wie Kinder in den Naturwissenschaften vom Anfang an belehren zu lassen. Sie begnügen sich, wenn sie sich einen natürlichen Vorgang nicht erklären können, mit dem Gedanken: das ist wahrscheinlich chemisch, und trösten sich dabei, daß es gar sehr Gelehrte und Gebildete giebt, die mehr von der Sprache der Hottentotten als von dem Thun der Chemiker verstehen.

Weil dem aber so ist, so wollen wir den Versuch machen, in einer Reihe von Artikeln ein wenig Chemie den Lesern vorzuführen. Wir wollen aber von vornherein die Schwierigkeiten aufdecken, mit denen wir und auch der Leser hierbei wird zu kämpfen haben.

Die Chemie ist eigentlich die Wissenschaft von den Grundstoffen aller Dinge. Das heißt: die Chemie lehrt, aus welchen einfachen Dingen jedes Ding in der Welt zusammengesetzt ist. Sie lehrt die Dinge zerlegen in ihre einfachsten Bestandtheile und auch wieder, so weit es geht, aus den einfachsten Bestandtheilen zusammensetzen. Könnten wir nun vor jeden unserer Leser hintreten mit irgend einem Ding in der Hand, und wäre es auch nur ein wenig gewöhnliches Kochsalz, und könnten ihm zeigen: Sieh her, dieses Salz, von dem wir täglich ganze Massen genießen, es besteht aus zwei ganz kuriosen Grundstoffen, von denen der eine eine giftige Luftart und der andere ein Metall, ein wirkliches Metall ist, — könnten wir hierzu vor seinen Augen zeigen, daß es so ist, indem wir die Zerlegung auf chemischem Wege vornehmen, bis beide Grundstoffe entstehen, — so würde dieser einzige Versuch allein schon hinreichen, einen ganz bedeutenden Blick in das Wesen der Chemie darzubieten. Die Verständigung über alles Uebrige würde dadurch ungeheuer erleichtert.

Leider aber können wir nicht so vor den leibhaftigen Augen unserer Leser Versuche machen. Wir müssen das, was man mit einem Blick sehen kann, mit vielen, vielen Worten durch Beschreibung deutlich zu machen

machen — eine Arbeit, die gerade in diesem Fache sehr schwierig ist — und müssen dabei noch vom Leser hoffen, daß er sich gleichfalls einige Mühe gebe, und auch besondere Aufmerksamkeit dem Verständniß entgegenkommen möge.

Darum aber wollen wir nur um so muthiger daran gehen und unseren Lesern, wenn auch nicht gleich eine Handvoll Kochsalz, so doch wenigstens etwas Sauerstoff zuführen.

II. Sauerstoff mit Kohle und mit Schwefel.

Sehen wir uns einmal an, was denn eigentlich Sauerstoff ist.

Gesetzt, es brächte Jemand einem Unkundigen eine Flasche voll Sauerstoff, so würde dieser sicherlich behaupten, es sei eine leere Flasche. Er würde die Flasche schütteln und finden, daß gar nichts darin ist, denn Sauerstoff ist wie Luft durchsichtig und farblos. Er würde den Stöpsel aufmachen und daran riechen; aber auch da nichts finden, denn Sauerstoff ist ein geruchloses Gas. Er würde die Zunge hineinstecken, um davon etwas zu schmecken; aber auch da nicht die Spur entdecken, denn Sauerstoff ist auch ein geschmackloses Gas. Das heißt, es schmeckt nicht etwa schlecht, sondern gar nicht.

Und doch wird der Unkundige Mund und Augen

aufsperren, wenn er durch einige Versuche erst sehen wird, was denn mit diesem Sauerstoff eigentlich los ist. —

Wir wollen uns einmal ein paar Versuche derart ansehen.

Man nimmt ein Stückchen Holzkohle und steckt's auf einen Draht, zündet es an, daß es ein wenig glimmt und steckt es so in die Flasche mit Sauerstoff, und sofort wird man sehen, wie die Kohle mit wundervoll lebhafter Flamme darin zu brennen anfängt. Zieht man's schnell heraus, so glimmt's wieder nur, steckt man's wieder hinein, so flackert's wieder lebhaft auf, bis die Kohle ganz und gar verzehrt ist.

Also in der Flasche muß doch etwas anderes sein als gewöhnliche Luft!

Wie aber, wenn man viel Kohle zu diesem Versuche nimmt? Wird sie immerfort so schön verbrennen? Dies wird nicht der Fall sein. Es wird nur eine bestimmte Masse von Holzkohle in der Flasche verbrennen und dann ist es aus. Der Versuch kann nicht wiederholt werden, wenn man nicht neuen Sauerstoff in die Flasche hineinthut; denn es ist kein Sauerstoff mehr drinnen.

Wo aber, muß der Unkundige fragen, ist der Sauerstoff geblieben? Und wo ist eigentlich der Theil Kohle geblieben, der darin rein aufgebrannt ist? Und endlich, was ist denn jetzt in der Flasche d'rin? —

Hierauf wird ihm der Kundige antworten: Der Sauerstoff ist nicht verschwunden und die Kohle ist

nicht verschwunden, sondern beides ist noch immer in der Flasche, und zwar ist in der Flasche jetzt eine neue Luftart, die man Kohlensäure nennt, weil eben diese Luftart besteht aus Kohlen- und Sauerstoff, die sich chemisch verbunden haben.

Gewiß wird der Unkundige hierüber staunen und über das, was man chemische Verbindung nennt, eine Aufklärung haben wollen; denn das muß doch ein ganz eigenthümlich Ding sein, wenn es eine schwarze rußige Kohle mit der klaren durchsichtigen Luftart, wie der Sauerstoff, so durcheinander arbeiten kann, daß aus beiden zusammen eine neue Luft wird, die gar nicht ein bischen rußig ist. Aber ohne Zweifel wird der Kundige sagen: Halt ein, Freund, mit Fragen, das soll Dir Alles schon später klar werden. für jetzt wollen wir noch ein paar andere Versuche machen.

Und wir wollen's auch so machen.

Wir nehmen nun eine neue Flasche voll Sauerstoff, und stecken statt der Kohle ein paar Schwefelfäden an den Eisendraht, zünden diese an und stecken sie brennend in die Flasche. Sofort wird man sehen, daß der Schwefel in wundervoller, blauer Flamme verbrennt. — Wenn man damit fertig ist, so wird man bemerken, daß wieder der Sauerstoff fort ist, denn weder Kohle noch Schwefel wollen in der Flasche brennen. Auch vom Schwefel ist ein Theil weg; dafür aber ist in dieser Flasche eine neue Luftart, die sehr stechend riecht, und von der Jeder am Geruch erkennen wird, daß dies so etwas von Schwefelsäure sein muß.

Und wirklich ist die Luftart etwas Derartiges, es ist schweflige Säure, die man, wie wir später erfahren werden, in wirkliche flüssige Schwefelsäure verwandeln kann. — Genug, wir haben hier wieder einen Fall, wo sich ein fester Körper, Schwefel, mit einem luftförmigen, Sauerstoff, chemisch verbunden hat und dadurch ist eine neue Luftart entstanden, die nicht wie Schwefel riecht und nicht wie Sauerstoff geruchlos ist, sondern einen stechenden, das Athmen erschwerenden Geruch hat. — Ja, wenn wir versichern, daß man aus Schwefel und aus Sauerstoff wirkliche Schwefelsäure macht und alle Schwefelsäure in der Welt nur aus diesen Dingen gemacht worden ist so wird man gestehen müssen, daß es um die Chemie etwas ganz Wunderliches ist, denn sie kann eine Luftart und einen festen Körper mit einander so verbinden, daß daraus eine Flüssigkeit entsteht.

Doch wir können uns jetzt auch bei der Erklärung dieses Vorganges noch nicht aufhalten, sondern wollen im nächsten Abschnitte noch einen dritten Versuch mit dem Sauerstoff anstellen.

III. Sauerstoff und Phosphor. — Sauerstoff und Eisen.

Der Versuch den wir jetzt mit dem Sauerstoff anstellen, besteht darin, daß wir ihn einmal mit Phosphor in Verbindung bringen wollen.

Unsere gewöhnlichen Zündhölzchen, die man durch Reibung zum Brennen bringt, erhalten diese Eigenschaft eben durch den Phosphor, in welchen man ihre Spitze eingetaucht hat. Phosphor ist so leicht entzündlich, daß er durch die Wärme, welche beim Reiben entsteht, in Brand geräth. Der brennende Phosphor bringt nun den Schwefel in Brand, mit welchem jedes Zündhölzchen überzogen ist, und der Schwefel zündet wiederum das Hölzchen selber an. Der Phosphor ist es, den man leuchten sieht, wenn man im Finstern mit der warmen Hand über die Zündhölzchen fährt. Man bemerkt sowohl über dem Zündhölzchen wie auf der Hand einen leuchtenden Nebel schwimmen der eben nichts ist als der sehr leicht brennende Phosphor. Allein an unsern Zündhölzchen ist der Phosphor nicht rein, und hat außerdem noch einen Lacküberzug, damit die Entzündung nicht gar zu leicht geschehe, was viel Unglück veranlassen würde. Ein reines Stückchen Phosphor ist weiß und weich wie Wachs; und ein solches Stückchen, ungefähr so groß wie eine Erbse, wollen wir zu unserm jetzigen Versuche verwenden.

Bringt man solch ein Stückchen Phosphor an

einen Draht an und hält ihn in die Flasche, die mit Sauerstoff gefüllt ist, so braucht man den Phosphor nur mit einer erwärmten Stricknadel zu berühren, um ihn in Brand zu bringen, und der Phosphor brennt in dem Sauerstoff mit einem herrlich leuchtenden Glanz, der das Auge fast blendet und den Eindruck des Sonnenlichtes auf dasselbe macht. Hierbei füllt sich die Flasche mit einem weißen Rauch an, der, wenn man die Flasche ruhig stehen läßt, sich zu Boden legt, und wenn man vorher etwas Wasser in die Flasche gethan hat, sich mit dem Wasser mischt und diesem einen sauern Geschmack giebt.

Auch bei diesem Versuch ist der Sauerstoff fort und der Phosphor fort; aber sie sind nicht verschwunden, sondern sie haben sich chemisch verbunden und haben einen neblichen Stoff gebildet, der, weil er eben aus Sauerstoff und Phosphor besteht, den Namen Phosphorsäure führt.

Man wird nun schon einsehen, weßhalb das Gas, mit dem wir eben die Versuche anstellen, den Namen Sauerstoff hat, denn in der That ist es diese Luft, die in Verbindung mit Kohle, mit Schwefel und mit Phosphor und noch vielen andern Dingen Stoffe erzeugt, die einen sauren Geschmack haben, und wir werden später sehen, daß es der Sauerstoff wirklich ist, der auch andere Dinge sauer macht, wie z. B. das Bier, die Milch, wenn sie lange offen gestanden haben.

Wir werden sogleich den merkwürdigen Sauerstoff noch gründlicher kennen lernen, wollen aber für jetzt noch einen sehr interessanten Versuch mit ihm machen.

Man nehme einen feinen Eisendraht und drehe ihn so über ein Stück Tafelstein, daß der Draht wie ein Pfropfenzieher aussieht. Nun ziehe man den Tafelstein heraus und stecke unten an das Ende dieses künstlichen Pfropfenziehers ein Stückchen Feuerschwamm. Zündet man diesen Schwamm an und steckt ihn mit dem Draht hinein in eine Flasche, die mit Sauerstoff gefüllt ist, so fängt erst der Schwamm an lebhaft zu brennen; dann aber zündet er auch den Draht selbst an, und dieser fängt an zu glühen und Funken zu sprühen, als ob er ein leichtes Stückchen trocknes Holz wäre. Ja, der Draht verbrennt vollständig und fällt in kleinen Kügelchen auf den Boden der Flasche, und diese Kügelchen sind so furchtbar heiß, daß selbst, wenn ein wenig Wasser unten in der Flasche ist, die Kügelchen im Wasser nicht erkalten, sondern sich in den Boden der Flasche einsenken und in dem Glase einschmelzen.

Aus diesem interessanten Versuch sieht man, daß nicht nur Kohle, Schwefel und Phosphor im Sauerstoff lebhafter brennen als in der gewöhnlichen Luft, sondern daß auch Eisen, welches in der gewöhnlichen Luft sofort zu glühen aufhört, so wie man es aus dem Feuer nimmt, im Sauerstoff fortglüht und rein verbrennt, als wäre es ein Streifchen Holz.

Auch bei diesem Versuch ist der Sauerstoff aus der Flasche fort und ebenso ist das Eisen verbrannt; dafür aber hat man die Kügelchen, die herabgefallen sind; und woraus bestehen diese Kügelchen? Sie bestehen wirklich aus Eisen in chemischer Verbindung mit

Sauerstoff. — Man kann es beweisen, daß dies so ist. Wenn man nämlich den Eisendraht vor dem Versuch ganz genau gewogen hat, und man auch weiß, daß man etwa 10 Gran Sauerstoff in der Flasche hatte, so wird man finden, daß der Sauerstoff ganz verzehrt ist und die Kügelchen und der etwanige Rest vom Draht jetzt netto 10 Gran mehr wiegt als vor dem Versuch.

Wir wollen nun vorläufig keine neuen Versuche vornehmen, sondern die Erklärung all' derselben unsern Lesern vorführen.

IV. Wie gewinnt man Sauerstoff?

Bevor wir weiter gehen in unsern Mittheilungen über den Sauerstoff, müssen wir erst eine Frage beantworten, die gewiß schon vielen unserer Leser mehrmals auf der Zunge geschwebt hat. Wir meinen die Frage: Wo bekommt man denn eine Flasche voll Sauerstoff her?

Den Sauerstoff findet man überall; aber nirgend in der Natur rein, das heißt unvermischt und unverbunden mit andern Stoffen. Reines Sauerstoffgas muß man sich erst künstlich darstellen wenn man es haben will.

Die Luft, die die ganze Erde umgiebt, die Luft, die in unsern Stuben, auf den Straßen, in Wald und Feld und Garten ist, besteht aus Sauerstoff, aber dieser

Sauerstoff ist mit einer zweiten Luftart gemischt, die man Stickstoff nennt. Sauerstoff und Stickstoff beisammen athmen wir fortwährend ein, und zwar besteht die Luft aus vier Theilen Stickstoff und einem Theil Sauerstoff, die untereinander gemengt sind und die merkwürdigerweise sich allenthalben in solchem Verhältniß mengen. Alexander von Humboldt hat schon vor sechszig Jahren Proben angestellt und die Luft in den überfülltesten Theatern in Paris, auf den höchsten Spitzen der Berge der Erde, und in den höchsten Regionen der Luft, welche er mit Luftballons erreichen konnte, untersucht, und hat das merkwürdige Resultat gefunden, daß allenthalben die Luft genau aus derselben Mischung besteht. Die verdorbene Luft in Theatern und überfüllten Räumen rührt nur daher, daß sich noch andere Stoffe der Luft beimischen. Das Verhältniß des Stickstoffs zum Sauerstoff bleibt aber merkwürdigerweise allenthalben dasselbe.

Genug, es fehlt nicht an Sauerstoff; aber ihn rein zu erhalten, das ist ein Kunststück, das nur der Chemiker kann.

Das Kunststück wäre sehr leicht, wenn man nur wüßte, wie man den Stickstoff fortbringt. Jede leere Flasche ist bekanntlich nicht leer, sondern es ist Luft darin, das heißt: in der Flasche stecken vier Theile Stickstoff und ein Theil Sauerstoff. Erfände nun ein Mensch ein Ding, das die Eigenschaft hätte, nur Stickstoff in sich einzusaugen und keinen Sauerstoff, so brauchte man nur dies Ding in die Flasche zu werfen,

diese zuzustopfen, und nach einer Weile, wenn aller Stickstoff aufgesogen ist, wäre in der Flasche wirklich reiner Sauerstoff vorhanden Aber das Ding ist noch nicht erfunden und wird vielleicht nie erfunden werden, obgleich diese Erfindung die größte der Welt wäre. Es ist nämlich eigenthümlich, daß Alles, was wir in der Welt kennen, weit eher den Sauerstoff an sich zieht, als den Stickstoff.

Wir haben es gesehen, daß sich Kohle mit Sauerstoff verbindet und Kohlensäure bildet, desgleichen wie es Schwefel, Phosphor und Eisen thut. Es thun dies aber alle Dinge in der Welt, die wir kennen. Unter gewissen Umständen verbinden sich alle Stoffe leicht mit Sauerstoff; aber bei weitem schwerer mit dem Stickstoff. Daher kommt es denn, daß man sehr leicht reinen Stickstoff darstellen kann, aber nicht so leicht reinen Sauerstoff.

Will man nun aber reinen Sauerstoff haben, so muß man dies künstlich anstellen.

Wir wollen nun einen solchen Versuch anführen.

Es giebt ein rothes Pulver, das den Namen hat: Quecksilber-Oxyd, und dies besteht aus Quecksilber und Sauerstoff, die chemisch verbunden sind. Quecksilber hat gewiß schon jeder unserer Leser gesehen; dieses flüssige schwere Metall kann man in Salpetersäure auflösen und durch weitere chemische Behandlung dahin bringen, daß es zu einem rothen Pulver wird, das, beiläufig gesagt, sehr giftig ist, dem aber kein Mensch ansehen wird, daß dies Quecksilber gewesen. Dieses Quecksilber hat nun

eben so Sauerstoff in sich verbunden, wie es bei den Kügelchen der Fall war, die während des Verbrennens des Eisendrahtes entstanden sind. — Und dieser Sauerstoff eben kann durch Hitze wieder ausgetrieben und durch geeignete Vorrichtungen aufgefangen werden.

Wie man das macht, das kann man durch bloße Beschreibung nicht gut deutlich zeigen, genug, wenn unsere Leser sich das eine merken, daß man des Sauerstoffs nicht rein habhaft werden kann, wenn man ihn nicht aus einer chemischen Verbindung treibt, in welcher er mit einem andern Stoff sich befindet. —

Nun aber ist es hohe Zeit, sich klar zu machen: was ist denn das: eine chemische Verbindung? — Warum ist der Stickstoff so eigensinnig, sich nicht zu verbinden und warum der Sauerstoff so gutwillig, allenthalben eine Verbindung einzugehen?

Wir haben gesehen, daß sich Kohle verbindet mit Sauerstoff, Schwefel verbindet mit Sauerstoff, daß Phosphor, Eisen, Quecksilber sich mit Sauerstoff verbinden und können noch versichern, daß auch Silber, Kupfer, Blei, Zink und noch viel, viel andere Dinge die Verbindung mit Sauerstoff eingehen. Wie ist es denn nun, wenn sich mehrere Dinge dem Sauerstoff darbieten, mit denen er sich verbinden kann, — kann man da auch sagen, welche Verbindung er vorziehen wird?

Das sind Fragen, die uns, verehrter Leser, schon

ein ganzes Stück tief in die Chemie hineinführen; und darum eben wollen wir daran gehen, diese Fragen zu ordnen und möglichst klar zu beantworten.

V. Was ist eine sogenannte chemische Verbindung?

Wir wollen es vorerst einmal klar zu machen suchen, was denn eigentlich eine chemische Verbindung ist; wir werden dadurch in den Stand gesetzt werden, die äußerst wichtige Verbindung des Sauerstoffs mit andern Stoffen unsern Lesern deutlicher zu machen. Vorerst aber müssen wir eine Hauptfrage der Chemie etwas näher kennen lernen.

Fast alle Dinge, die man im gewöhnlichen Leben oder in der Natur zu Gesichte bekommt, sind nicht einfache Stoffe, sondern sie sind zusammengesetzt aus verschiedenen Stoffen. Nur einzelne Metalle, wie Gold, Silber, Kupfer, Eisen, Blei, Zink u. s. w. sind einfache Stoffe, und kommen im gewöhnlichen Leben vor.

Die Chemie hat sich aber die Aufgabe gestellt, herauszubringen, aus wie viel einzelnen Stoffen eigentlich die Welt besteht und hat zu diesem Zweck alles, was nur zu haben ist, der Untersuchung unterworfen. Bei dieser Untersuchung fand sich denn, daß all die vielen Millionen Dinge, die auf Erden vorhanden sind, nur bestehen aus fünf und sechszig einfachen Stoffen, die in verschiedener Weise mit einander verbunden, die

verschiedensten Dinge in der Welt bilden. Man kann gewissermaßen sagen: der Schöpfer aller Dinge hat nur gebraucht fünf und sechszig Dinge zu erschaffen, denn aus diesen fünf und sechszig Dingen und ihren verschiedenen Verbindungen untereinander kann man die ganze Welt zusammenstellen.

Wir haben schon das Beispiel mit dem Kochsalz angeführt. Wer in aller Welt würde glauben, daß Kochsalz aus zwei Dingen gemacht ist, von denen das eine ein Metall und das andere eine giftige Luftart ist; und doch ist es so. Das Metall heißt Natrium und die Luftart heißt Chlor. Diese beiden sind die Grundstoffe, die, wenn sie sich chemisch verbinden, reines Kochsalz werden. Also Salz ist kein Grundstoff und brauchte auch nicht geschaffen zu werden. Aber man glaube ja nicht, daß aus dem Natrium etwa nichts weiter gemacht werden kann als Kochsalz, oder daß das Chlor nur dazu gebraucht wird. Das Natrium verbindet sich mit vielen andern Stoffen zu ganz andern Dingen und das Chlor nicht minder. Und so geht es mit allen andern Grundstoffen; sobald sie sich chemisch mit einem andern Stoff verbinden, wird aus ihnen ein ganz ander Ding, das weder in Ansehen, noch in Geschmack, noch im Geruch den Grundstoffen oder einer andern Verbindung derselben ähnlich wird. —

Wie aber ist es eigentlich mit der chemischen Verbindung? Wie wird dies bewerkstelligt? und wodurch wird sie hervorgerufen? Kann man alle Dinge in der Welt chemisch mit einander verbinden?

Hierauf giebt die Chemie folgende Antwort.

Die fünf und sechszig Grundstoffe, die man auch Elemente nennt, haben die besondere Eigenschaft, daß unter gewissen Umständen die kleinsten Theilchen eines Stoffes eine Anziehung ausüben auf die kleinsten Theilchen eines andern Stoffes und dadurch verbinden sich zwei Stoffe durch eine eigene Kraft der Anziehung und bilden in ihrer Vereinigung ein ganz neues Ding, das den Stoffen oft gar nicht mehr ähnlich ist.

In den gewöhnlichen Lehrbüchern ist diese Neigung eines Stoffes, sich mit einem andern Stoff zu verbinden, mit dem Namen „Verwandtschaft" bezeichnet; und man sagt zum Beispiel: der Sauerstoff hat eine Verwandtschaft zur Kohle und verbindet sich mit ihr chemisch, um Kohlensäure zu bilden". Allein diese Bezeichnung „Verwandtschaft" führt sehr leicht irre, denn man glaubt, daß die Stoffe, die eine Verwandtschaft zu einander haben, auch unter einander in irgend welcher Weise sich gleich oder ähnlich sein müssen, wie das eben im gewöhnlichen Leben bei Verwandten der Fall ist. — Die Sache ist aber gerade umgekehrt: Je verschiedener und abweichender die Eigenschaften zweier Stoffe von einander sind, desto lebhafter findet ihre Verbindung statt.

Zwei Stoffe, die ihrer Natur, ihren Eigenschaften nach sich ähnlich sind, verbinden sich gar nicht mit einander, oder nur äußerst schwierig. Z. B. Eisen und Silber sind zwei Grundstoffe, die ihrer Natur nach viel Aehnlichkeit mit einander haben; aber sie verbinden sich nicht chemisch mit einander. Dahingegen ist Sauerstoff

ein Ding, das nicht die geringste Aehnlichkeit mit Silber hat und eben so wenig mit Eisen, und doch verbindet sich unter geeigneten Umständen Silber mit Sauerstoff und bildet ein dunkles Pulver, dem es kein Mensch ansehen möchte, daß dies das blanke Silber und der lichte durchsichtige Sauerstoff ist; und eben so verbindet sich Sauerstoff mit Eisen und bildet unsern gewöhnlichen Rost, der alles Eisen überzieht, wenn es der feuchten Luft ausgesetzt ist. —

Wir wollen uns vorläufig mit dem einen Lehrsatz begnügen, daß unter den fünf und sechzig Grundstoffen eine Verbindungslust stattfindet, die aber immer größer wird, je unähnlicher sich die Stoffe ihrer Natur nach sind.

VI. Die Verbrennung.

Nachdem wir gesehen, daß die chemischen Grundstoffe einen eigenthümlichen Trieb haben, sich mit einander zu verbinden, und auch zugleich erfahren haben, daß dieser Trieb der Verbindung immer stärker ist, je weniger die Stoffe sich ihrer Natur nach ähnlich sind, wollen wir nunmehr daran gehen, die Verbindungen des Sauerstoffs, die Umstände und die Erscheinungen, unter welchen sie stattfinden, etwas näher kennen zu lernen.

Man darf sich nicht vorstellen, daß zwei Stoffe immer sich sofort verbinden, wenn man sie zu einander

bringt; es sind vielmehr Umstände dabei nöthig, durch welche die Verbindung bewerkstelligt, begünstigt und je nachdem beschleunigt wird.

Wir haben gesehen, daß sich Sauerstoff und Kohle verbunden und Kohlensäure gebildet haben. Dazu ist aber durchaus nöthig, daß man die Kohle anzündet oder richtiger, es findet die Verbindung nur bei dem Grade von Erhitzung statt, in welchem die Kohle in Gluth geräth. — Ebenso ist es mit den andern Stoffen der Fall gewesen, die wir bei den Versuchen mit dem Sauerstoff erwähnt haben. Schwefel kann man Tage lang im Sauerstoff liegen lassen, ohne daß er sich mit dem Sauerstoff verbindet und schweflige Säure bildet. Erst wenn man ein kleines Stückchen davon in Brand setzt, erst dann tritt die Verbindung ein, und durch die Verbindung entsteht ein so hoher Grad von Hitze, daß der noch nicht entzündete Schwefel sich entzündet und die Verbindung immer weiter vor sich schreitet.

Es ist von der äußersten Wichtigkeit, sich dies so klar wie möglich zu machen, denn hierdurch erst ist man im Stande, sich eine große Masse von Erscheinungen, die man alltäglich sieht, zu erklären.

Woher mag es wohl kommen, daß ein paar glühende Kohlen einen ganzen Ofen voll Holz in Brand setzen und in Kohle verwandeln? Und was ist dazu nöthig, wenn dies geschehen und die Kohlen nicht ausgehen sollen?

Es kommt dies daher, daß die paar glühenden Kohlen dem Holz, dem sie nahe liegen, einen hohen

Grad von Hitze verleihen. Da aber Holz selbst aus Kohlenstoff besteht, so bewirkt die Hitze, daß der Kohlenstoff des Holzes sich mit dem Sauerstoff der Luft, die im Ofen ist, verbindet, und hierdurch geräth das den Kohlen nahe liegende Theilchen Holz in Brand. — Nöthig ist aber hierzu, daß frische Luft in den Ofen einströmt, denn nur so lange frischer Sauerstoff dem Holz zugeführt wird, so lange kann die Verbindung fortdauern. Führt man keinen Sauerstoff zu, so geht das Feuer aus, d. h. die chemische Verbindung des Sauerstoffs mit dem Kohlenstoff des Holzes hört auf.

Daher weiß es auch schon jedes Kind, daß ein Ofen Zug haben muß, d. h. man muß in jedem Ofen die Klappe, die zum Schornstein führt, öffnen, damit die heiße Luft des Ofens, in welcher der Sauerstoff schon verbraucht ist, nach oben abströmen kann; an der Ofenthüre aber muß man eine kleine Klappe öffnen, damit frische Luft zuströmt, in welcher Sauerstoff vorhanden ist, damit dieser Sauerstoff sich immer weiter mit der erhitzten Kohle verbinden kann, d. h. damit das Feuer fortbrennt.

In der That, wenn man keine frische Luft, also keinen neuen Sauerstoff zuläßt, geht das Feuer aus; denn das Feuer entsteht eben nur dadurch, daß eine chemische Verbindung zwischen dem Sauerstoff und dem Kohlenstoff des Holzes stattfindet. Und umgekehrt, macht man eine Vorrichtung am Ofen, durch welche im Innern des Ofens sich immer frischer Sauerstoff neu bildet, so braucht man keine Zugklappe an der Ofen-

thür, denn so lange Sauerstoff im Ofen ist, so lange wird auch das Holz brennen, oder chemisch ausgedrückt: so lange wird auch die chemische Verbindung von Sauerstoff und Kohlenstoff hergestellt.

Darum sind auch die Oefen die besten, die einen starken Zug haben, d. h. wo recht viel frische Luft mit recht starkem Strom durch die Klappe der Ofenthür hineinzieht, so daß recht viel Sauerstoff aus der Luft durch das heiß gewordene Holz zieht und sich mit diesem chemisch verbindet. Darum pustet auch die Köchin in das Feuer auf dem Heerd, damit es besser brenne, d. h. sie treibt mit dem Pusten einen Strom von Luft ins Feuer hinein, damit mehr Sauerstoff an das erhitzte Holz komme. Darum braucht der Feuerarbeiter den Blasebalg, damit die schwer brennende Steinkohle recht viel Sauerstoff bekomme zur chemischen Verbindung, die eben das Brennen zu Wege bringt, und darum brannte auch bei unserm Versuch das Stückchen Kohle so schön in der Flasche voll Sauerstoff, weil eben das Verbrennen nur eine Erscheinung ist, welche stattfindet, wenn sich Sauerstoff recht schnell und energisch mit Kohle oder mit andern Stoffen verbindet.

Man sieht wohl, daß eigentlich alle Welt Chemie treibt, ohne daß sie es weiß.

VII. Die Lehre der Chemie über das Verbrennen.

Nachdem wir nun gesehen haben, was denn eigentlich beim Verbrennen des Holzes vor sich geht, daß hierbei eben eine chemische Verbindung des Sauerstoffs mit dem Kohlenstoff des Holzes stattfindet, können wir einen großen Lehrsatz der Chemie aussprechen, den wohl schon Jedermann oft genug gehört, aber Viele doch nicht verstanden haben. Der Lehrsatz lautet:

Verbrennung ist gar nichts anderes als ein chemischer Prozeß, und Feuer ist nur eine Erscheinung dieses Prozesses.

Bei allen Verbrennungen, die wir vornehmen, wenn wir ein Licht, eine Lampe, ein Stück Holz anzünden, thun wir gar nichts anderes, als daß wir Licht, Lampe oder Holz in den Zustand versetzen, in welchem sich gewisse Stoffe mit dem Sauerstoff der Luft verbinden können.

Ein brennendes Licht verlischt sofort, wenn wir ihm den Sauerstoff der Luft entzogen haben. Stellt man ein Stückchen Licht auf den Tisch und deckt ein leeres Bierglas darüber, so fängt das Licht bald an dunkler zu brennen und geht endlich aus. Denn das Fortbrennen ist nur eine Erscheinung, die stattfindet während der Verbindung des Brennstoffs mit dem Sauerstoff der Luft. Könnte man die Erfindung machen, daß man einem großen Theil der Luft den

Sauerstoff entzieht, so wäre man im Stande, brennende Häuser augenblicklich zu löschen (man brauchte nur dem Brand den Sauerstoff zu entziehen *). Die Wärme und das Licht des Feuers sind nur Erscheinungen eines chemischen Prozesses. Die Flamme eines gewöhnlichen Lichtes kann Jedermann schon viel Belehrendes bieten. Dort wo die Flamme mit dem Sauerstoff der Luft in naher Berührung ist, in der äußeren Hülle der Flamme, dort ist sie heiß und hell; im Innern der Flamme aber, wohin nur wenig Sauerstoff dringt, ist sie weder so hell noch so heiß. Hält man einen dünnen Holzspan gerade mitten durch die Flamme, so wird man bemerken, daß dieser nicht in der Mitte zu brennen anfängt, sondern an beiden Seiten. Bei einiger Geschicklichkeit kann man den Span zeitig genug wieder herausnehmen, bevor er zu brennen angefangen und man bemerkt, daß nur die Ränder der Flamme das Holz verkohlt haben, während die Mitte der Flamme den Span fast unversehrt ließ. —

Hieraus aber kann man die große Wahrheit lernen, daß je schneller und leichter ein brennbarer Stoff sich

---

*) In England sind in der jüngsten Zeit solche Feuerlöschapparate erfunden und in einigen Fabriken bereits eingeführt. Es wird nämlich zu diesem Zwecke die aus den Schornsteinen entweichende Luft, die bekanntlich keinen Sauerstoff enthält, gesammelt und in großen Mengen in besondern Behältern verwahrt. Bricht nun in der Fabrik Feuer aus, so wird diese sauerstofflose Luft mit großer Kraft in den brennenden Raum hineingepreßt. Dadurch wird die gewöhnliche Luft verdrängt und das Feuer augenblicklich erstickt.

mit Sauerstoff verbindet, desto stärker ist die Wärme, die daraus entsteht, und je schwerer und langsamer ein Stoff sich mit Sauerstoff verbindet, desto weniger Wärme wird dadurch entwickelt.

Jetzt wird es auch Jedem klar werden, warum die Stubenöfen schlecht heizen, in denen das Holz langsam verbrennt, obgleich man in ihnen stundenlang Feuer hält, während die Oefen gut heizen, in denen das Feuer schnell ausgebrannt ist. Die Oefen, in denen das Holz langsam verbrennt, haben nicht Zug genug, es strömt dem Holze wenig Sauerstoff zu und die Flamme ist daher nicht so heiß. In solchen Oefen dagegen, in denen ein tüchtiger Zug durchgeht, also ein Strom Sauerstoff sich immerfort dem Holze darbietet, ist die Flamme heißer, sie durchwärmt den Ofen weit stärker, und da das Feuer schnell aus ist und man die Klappe, die zum Schornstein führt, auch bald schließen kann, geht wenig Wärme verloren.

Ja, das Zuführen des Sauerstoffs zur Flamme ist auch darum wichtig, weil dadurch viele Theile verbrennen, die sonst unverbrannt bleiben.

Schon jede Köchin weiß es, daß das Feuer, wenn es auf dem Heerd nicht brennen will, außerordentlich stark raucht; bläst man es an, so schlägt die Flamme hoch auf und der Rauch verschwindet. — Was aber ist der Rauch und wo bleibt er beim Anblasen? Der Rauch ist fast nichts als feine Kohle, die mit der heißen Luft nach oben steigt. Bläst man das Feuer tüchtig an, so giebt man ihm viel Sauerstoff und vermehrt seine Hitze;

in dieser Hitze verbindet sich auch die feine Kohle des Rauches mit dem Sauerstoff und giebt eine herrliche heiße Flamme; entzieht man ihm den Sauerstoff, so geht der Rauch, also ein kostbarer Theil des Holzes unverbraucht fort und setzt sich als Ruß in den Schornstein.

Bei einer gewöhnlichen Lampe mit einem Zylinder kann man einen vortrefflichen Versuch hierüber anstellen. Warum brennt die Lampe flackrig, rußig und trübe, wenn man den Zylinder abnimmt, und weshalb brennt sie hell, weiß und rein, wenn man den Zylinder wieder aufsetzt? — Aus keinem andern Grunde, als weil der Zylinder, wenn er auf die brennende Lampe gesteckt wird, eine vortreffliche Art von Blasebalg ist.

Der Zylinder ist oben und unten offen. Oben strömt die heiße Luft immerfort aus und von unten strömt in einem fort frische Luft zu, dadurch erhält die Flamme fortwährend frischen Sauerstoff und es entsteht so eine bedeutende Hitze; in dieser Hitze vermag aber auch der Ruß zu brennen, d. h. er kann sich mit dem zuströmenden Sauerstoff verbinden und deshalb ist die Flamme leuchtend und heiß. Nimmt man aber den Zylinder ab, so hört die Strömung der Luft an der Flamme auf und ein Theil des brennbaren Stoffes geht als Ruß verloren.

VIII. Chemie ist allenthalben.

Wir haben nun gesehen, daß man gar nicht weit umher zu suchen hat, um auf chemische Prozesse zu stoßen, daß das Feuer jeder Köchin auf dem Heerd, jedes Feuer, das man im Ofen anzündet, nichts ist als ein Stück Chemie, denn Verbrennen ist Herstellung einer chemischen Verbindung von Kohlenstoff und Sauerstoff, und das Feuer ist nur eine Erscheinung, die bei dieser Verbindung zum Vorschein kommt.

Wo aber bleibt in solchen Fällen das Resultat der Verbindung?

Bei unserm Versuch, wo wir Kohle in Sauerstoff verbrennen ließen, entstand Kohlensäure als das Resultat der Verbrennung, und wir sahen, daß diese Kohlensäure nichts ist, als die Kohle und der Sauerstoff, die sich zu einer neuen Luftart verbunden haben. — Geschieht nun beim Verbrennen des Holzes auch dergleichen?

Es geschieht auf jedem Heerd und in jedem Ofen ganz dasselbe. Jeder Heerd und jeder Ofen ist eine chemische Fabrik, in welcher Kohlensäure fabrizirt wird, die Leute wissen das gewöhnlich nur nicht, und nicht selten geschieht großes Unglück durch diese Unwissenheit.

Die reine Kohlensäure ist nämlich ein farbloses, fast geruchloses Gas, in welchem man nicht leben kann. Thiere, die man in ein Gefäß bringt, in welchem nur Kohlensäure enthalten ist, ersticken sehr bald, denn zum

Leben ist das Einathmen von Sauerstoff nöthig — wir werden später sehen, warum dies so ist —; da aber in der Kohlensäure der Sauerstoff schon verbunden ist mit dem Kohlenstoff, kann er in den Lungen des Thieres nicht die Wirkung thun, die zum Leben nöthig ist, und das Thier erstickt ganz so, als ob es gar keine Luft hätte einathmen können. Die Kohlensäure ist also eine für unsere Stuben schädliche Luftart und deshalb ist es auch wichtig, daß sie mit dem Rauch und mit der erhitzten Luft hinauszieht in den Schornstein, und dies geschieht auch, obgleich die Kohlensäure eine Luftart ist, die schwerer wiegt als gewöhnliche Luft.

Allein noch bei weitem schädlicher als reine Kohlensäure ist die halbfertige Kohlensäure, die den Namen Kohlen-Oxydgas hat. In der Kohlensäure ist immer zweimal so viel Sauerstoff als Kohle; in der halbfertigen Kohlensäure ist nur so viel Sauerstoff wie Kohlenstoff enthalten, und diese wirkt auf die Lungen außerordentlich giftig.

Wenn nun in einem Ofen, der keinen reichlichen Zug hat, Feuer angemacht wird, so entwickelt sich zuerst in demselben die halbfertige Kohlensäure, sobald nicht Sauerstoff genug da ist, die vollständige Kohlensäure zu bilden; schließt man nun zu früh die Klappe, die zum Schornstein führt, so füllt sich zuerst der Ofen mit diesem Kohlengas, sodann fängt es an in die Stube hineinzuströmen, und da es schwerer ist als die gewöhnliche Luft, ...mt dies Gas die unterste Schicht am Fußboden ein ...gt bei der Vermehrung immer höher.

Dieses Gas ist aber beim Athmen so gefährlich, daß wenig Augenblicke ausreichen, den Tod herbeizuführen, und dieses Unglück geschieht in gar vielen Fällen und oft in einer Weise, die Vielen unerklärlich ist.

Es kam bei solchen Gelegenheiten schon öfter vor, daß die, welche auf Stühlen saßen oder standen, nicht die mindeste Uebelkeit empfunden haben, während Kinder, die auf dem Fußboden spielten, plötzlich vergiftet umfielen; was daher rührte, daß das gefährliche Gas sich immer erst am Boden sammelt. — In manchen Kellern, wo viel Getränke gähren, entwickelt sich Kohlensäure und man erstaunt oft, daß Menschen, wenn sie aufrecht gehen, ganz wohl bleiben, während derjenige, der sich bückt, um Etwas aufzuheben, vergiftet niederfällt. Zuweilen strömt auch diese gefährliche Kohlensäure aus Spalten der Erde hervor und lagert sich in der Tiefe von Thälern, welche man Giftthäler nennt, da denjenigen, der sie betritt, der Tod ereilt. — In der Nähe von Neapel befindet sich eine berühmte Höhle, die man die Hundsgrotte nennt, die gleichfalls in der Tiefe stets mit Kohlensäure gefüllt ist; in dieser Grotte können Menschen ganz gefahrlos umhergehen, während Hunde, deren Kopf dem Boden näher ist, darin sterben.

Wir führen alle diese Fälle an, um erstens zu zeigen, daß eigentlich jeder Ofen eine chemische Fabrik ist, worin Kohlensäure, oder die halbe Kohlensäure, die man auch Kohlendampf nennt, erzeugt wird; wir haben aber auch die kleinen Nebenbemerkungen über die Gefahr des Kohlendampfes hinzugefügt, weil leider zu oft schon aus

der Unwissenheit der Menschen in dieser Beziehung Unglück entstanden und es höchst wichtig ist, Jedermann hierüber zu belehren. Zu diesem Zwecke fügen wir noch hinzu, daß man in zweifelhaften Fällen, wo man vermuthet, daß der Ofen zu früh geschlossen worden ist, nicht nach dem Geruch in den oberen Schichten der Luft urtheilen darf, sondern die Luft unten am Fußboden untersuchen muß, um sich vor Gefahren zu sichern.

IX. Die Wanderung des Sauerstoffs durch unsern Körper.

Wir haben nunmehr gezeigt, wie in jedem Ofen, auf jedem Heerd eigentlich das Kunststück vorgeht, das wir beim Verbrennen der Kohle in der Flasche mit Sauerstoff gesehen haben, und es wird nun jedem Leser klar werden, daß man sich nur dann einen richtigen Begriff von Dingen machen kann, die man alltäglich sieht, wenn man im Stande ist, sich einen Einblick in das Wesen der Chemie zu verschaffen.

Bevor wir nun in unserm Thema weiter gehen, wollen wir nur noch einen der wichtigsten Prozesse im Leben erklären, um darzuthun, wie nicht nur allein um uns, sondern auch in uns alles sofort der Vernichtung anheim fiele, wenn wir nicht fortwährend einen chemischen Prozeß in unserm Körper unterhielten, der mit

dem Verbrennen des Holzes im Ofen die größte Aehnlichkeit hat.

So fremdartig und wunderbar es auch dem Unkundigen im ersten Augenblick erscheint, so wahr und so vollkommen richtig ist es, wenn man behauptet, daß der Mensch mit jedem Athemzug seinen Körper wie einen Ofen einheizt und mit jedem Ausathmen die Klappe dieses merkwürdigen Ofens öffnet und das schädliche Gas ausfließen läßt. —

Alle Welt weiß, daß man fortwährend einathmen und ausathmen muß, und daß das Leben aufhört, sobald der Athem stockt; aber nur wer einen Einblick in die Chemie hat, begreift, warum dies so ist.

Zum Leben ist eine ununterbrochene chemische Thätigkeit unseres Körpers nöthig, und das allererste Erforderniß ist, daß nach jedem Theil unseres Körpers Sauerstoff hinströmt, um dort eine chemische Verbindung eigener Art einzugehen. Diesen Sauerstoff nehmen wir durch Einathmen der Luft in uns auf. Bei jedem Male, wenn sich der Brustkasten ausdehnt, füllt sich die Lunge wie eine Art Blasebalg mit Luft, und da in der Luft immer ein fünftel Sauerstoff vorhanden ist, so bekommen wir Sauerstoff in den Körper. Aber dies würde uns nicht viel helfen, denn der Sauerstoff muß durch den ganzen Körper wandern, er muß eben so in unser Auge, wie in unser Gehirn, in unsere Muskeln wie in unsere Knochen, mit einem Worte, nach jedem Pünktchen unseres Körpers hin, und dahin würde er nicht gelangen können, wenn nicht das Blut wäre, das von einer

bestimmten Abtheilung des Herzens nach der Lunge getrieben wird und hier eine chemische Verbindung mit dem Sauerstoff eingeht.

Sobald dies geschehen ist, strömt es durch die Thätigkeit des Herzens wieder zu einer andern Abtheilung des Herzens zurück und vollendet so einen kleinen Kreislauf. Nun aber preßt sich das Herz wieder in einer besondern Abtheilung derart zusammen, daß das mit Sauerstoff verbundene Blut in die Schlag-Adern strömt und durch diese und ihre außerordentlichen Verzweigungen in alle Theile des Körpers getrieben wird. So gelangt das mit Sauerstoff getränkte Blut nach allen Punkten des Körpers hin, und somit ist es geschehen, daß der Sauerstoff der Luft durch den ganzen Körper verbreitet worden ist.

Nunmehr aber, sollte man glauben, wäre genug geschehen, da doch jetzt allenthalben Sauerstoff vorhanden ist, und wenn man ihn nur nicht davon läßt, so brauchte man nicht wieder zu athmen. Aber dem ist nicht so. Ganz so wie zum Ofen immer neuer Sauerstoff zuströmen muß, um den chemischen Prozeß zu erhalten, weil der alte Sauerstoff im Verbrennen sich in Kohlensäure verwandelt, ganz so ist es im Körper der Fall. Der hauptsächliche chemische Prozeß im Körper besteht eben auch darin, daß in jedem Punkte unseres Körpers das vorgeht, was im Ofen der Fall ist. Allenthalben findet die chemische Verbindung des Sauerstoffs mit dem unbrauchbar gewordenen Kohlenstoff des Körpers statt und es entsteht ganz wie im Ofen allenthalben im

Körper Kohlensäure, die hinaus geschafft werden muß. Und dieses Geschäft übernimmt wiederum das Blut, es strömt auf anderm Wege durch besondere Blutgefäße zurück bis zum Herzen, hier wird es wieder zur Lunge getrieben, welche beim Ausathmen die Kohlensäure aus dem Körper entfernt.

Dieser in den Hauptzügen hier angegebene Vorgang des Einathmens und Ausathmens ist also dem chemischen Prozeß im Ofen sehr ähnlich. Wie ein Ofen nimmt jedes lebende Thier Sauerstoff ein, wie im Ofen verbindet sich im Körper der Sauerstoff mit dem Kohlenstoff zur Kohlensäure, wie beim Ofen stößt der Körper die Kohlensäure wieder aus.

Und in der That, der chemische Prozeß des Heizens und des Athmens ist ein und derselbe. Nicht nur der Vorgang ist sich ähnlich, sondern auch der Zweck. Ganz so wie man durch den Ofen die Erwärmung desselben erzielt, so erzielt man durch das Athmen die Lebenswärme des Körpers. Athmen ist zur Erwärmung des Körpers ganz so nothwendig, wie Zugluft zur Erwärmung des Ofens.

Wir wollen von diesem merkwürdigen chemischen Vorgang Einiges mittheilen.

X. Athmen und Einheizen.

Wir haben gesagt, daß das Athmen des Menschen ganz so die Erwärmung des Körpers, wie das Heizen die Erwärmung des Ofens hervorbringt.

Alle Menschen haben einen ganz bestimmten Grad von Körperwärme, der sich ganz gleich bleibt, es mag Sommer oder Winter, Hitze oder Kälte herrschen. Man nennt diese Wärme Körper- oder Blutwärme, und sie beträgt circa 29 Grad. Diese Wärme im Innern des Körpers darf sich weder steigern noch darf sie abnehmen, wenn nicht Krankheit und Tod folgen soll, sie muß sich vielmehr stets gleich bleiben, und dies ist auch beim gesunden Menschen immer der Fall, so lange er essen und athmen kann.

Alles Fett, das der Mensch genießt, wie alle Stoffe, die im Körper sich in Fett umwandeln, dienen hauptsächlich dazu diesen Grad von Wärme zu erhalten. Das Fett nämlich besteht aus Kohlenstoff und den Bestandtheilen des Wassers. Der Kohlenstoff ist das Heizmaterial und die Bestandtheile des Wassers bewirken unter Umständen die Abkühlung durch Schweiß. Beim Athmen, wo man Sauerstoff in den Körper einführt, geschieht die Verbindung des Sauerstoffs und des Kohlenstoffs zur Kohlensäure und bei dieser Verbindung wird Wärme entwickelt, ganz so wie im Ofen bei der Bildung von Kohlensäure Wärme frei wird. —

Diese Thatsachen erklären auch manche Erscheinung, die sonst unerklärlich gewesen ist. Woher kommt es, daß wir im Winter mehr essen und fetteres Essen vertragen können als im Sommer? — Es kommt daher, daß wir im Winter schneller kalt werden, und daher stärker athmen müssen, um uns zu erwärmen. Aber zum stärkern Athmen gehört mehr Kohlenstoff im Körper und darum müssen

wir mehr und Fetteres essen, als im Sommer. Deshalb darf man sich nicht wundern, wenn in den ewigen Eisfeldern des Nordens die Menschen Thran trinken und sogar Talglichte mit gutem Appetit verzehren, während in heißen Ländern jede Fleischspeise mäßig und fettes Fleisch nur mit Widerstreben genossen wird. —

Warum ißt derjenige, der eine sitzende Lebensart führt, sehr wenig? Weil er beim Sitzen weniger athmet und darum auch nicht viel Kohlenstoff verbraucht. Deshalb aber friert er auch weit leichter als derjenige, der sich viel bewegt, also auch kräftiger athmet und folglich auch mehr essen muß. — Athmen und Essen gehört so genau zu einander, um den Körper zu erwärmen, wie Zugluft und Brennmaterial zu einander gehören, um die Erwärmung des Ofens zu unterhalten.

Freilich wird mancher Leser fragen: wo ist denn das Feuer im Körper vorhanden, das im Ofen nöthig ist, um aus Sauerstoff und Kohlenstoff die Kohlensäure zu bilden?

Zur Antwort auf diese Frage müssen wir jedoch daran erinnern, daß, wie wir bereits gesagt haben, das Feuer nicht etwas Besondres ist, das außerhalb des chemischen Prozesses existirt, sondern fast alles Feuer, das wir erzeugen und fortpflanzen, ist nur eine Erscheinung in dem chemischen Prozesse. — Und hier ist es, wo wir wiederum fortfahren können in der Erklärung dessen, was man den chemischen Prozeß nennt.

Es ist ein ausgemachter Lehrsatz, daß immer, wenn

zwei Körper sich chemisch verbinden, dieser Akt unter Veränderungen der Wärme vor sich geht.

Man kann sich in einzelnen Fällen sehr leicht überzeugen, wie Wärme ohne Feuer nur als Erscheinung eines Naturprozesses entsteht. Wenn man in ein Glas kaltes Wasser etwas kalte Schwefelsäure gießt, wird das Wasser so heiß davon, daß oft das Glas zerspringt. Wenn man den Versuch in einem irdenen Topf macht, so fühlt sich der Topf so an, als ob heißes Wasser darin wäre. Und doch war das Wasser für sich kalt und die Schwefelsäure für sich ebenfalls kalt. Die Wärme entstand erst in dem Augenblick, wo beide Stoffe sich mit einander gemischt haben. — Nicht minder ist es bekannt, wie kaltes Wasser, auf ungelöschten Kalk gegossen, einen sehr heißen Kalkbrei herstellt. Dies mag als Beweis dienen, daß sich Wärme entwickeln kann, als Erscheinung bei einem Naturprozesse, und wir wollen nun sehen, daß dies bei fast allen chemischen Prozessen der Fall ist.

XI. Die chemische Wärme.

Es ist höchst wichtig, zur Kenntniß der chemischen Prozesse zu wissen, daß sie immer mit Wärme-Erscheinungen verbunden sind; nur tritt dies in einzelnen Fällen wenig merklich auf, während es in andern recht auffallend zur Erscheinung kommt. Und zwar geschieht dies in folgender Weise:

Wir wissen, daß die fünf und sechzig chemischen

Grundstoffe eine Neigung haben, sich mit einander zu verbinden; allein diese Neigung ist sehr verschieden. Während sich zum Beispiel Sauerstoff mit einem Metall, das den Namen Kalium führt, so leicht und schnell verbindet, daß man das Kalium nur rein erhalten kann in Steinöl, worin kein Sauerstoff vorhanden ist, — verbindet sich Sauerstoff mit Gold bedeutend schwerer, so daß man Gold in feuchter Luft liegen lassen kann, ohne daß es rostet, das heißt, ohne daß es eine Verbindung mit dem Sauerstoff der Luft eingeht. Eisen oder Zink dagegen verbindet sich schon bei weitem leichter mit Sauerstoff, und setzt man eines dieser Metalle der feuchten Luft aus, so überzieht es sich mit einer Borke, die auf Eisen roth erscheint und Rost genannt wird, während Zink einen weißgrauen Ueberzug bekommt, den man Zinkoxyd nennt.

Man sagt daher mit Recht: Sauerstoff und Kalium haben eine starke Neigung, sich mit einander zu verbinden. Sauerstoff mit Eisen verbindet sich schon weniger energisch, Sauerstoff mit Zink noch weniger und Sauerstoff mit Gold außerordentlich wenig.

Was nun die Wärme betrifft, die bei diesen Verbindungen zur Erscheinung kommt, so kann man Folgendes als Regel feststellen: Sobald sich zwei Körper sehr energisch verbinden, findet ein hoher Grad von Wärmeveränderung statt. Die Wärme kann sich bei diesem Prozeß so steigern, daß ein brennbarer Gegenstand dabei in Flammen ausbricht. Findet die Verbindung weniger energisch statt, so ist die Wärme ebenfalls ge-

ringer, und sie kann in gewissen Fällen sogar unmerklich werden.

Wir wollen dies durch einige Beispiele zu erläutern suchen.

Wenn man ein Stückchen Kalium-Metall in einen Teller mit kaltem Wasser wirft, so ist die Neigung dieses Metalles, sich mit Sauerstoff zu verbinden, so groß, daß es das Wasser chemisch zersetzt. Wasser nämlich besteht, wie wir später noch näher zeigen werden, aus Sauerstoff und Wasserstoffgas. Das Wasserstoffgas ist ein brennbares Gas und ein Bestandtheil unserer Gasflammen. Das Kalium, wenn es ins Wasser kommt, hat nun eine solche gewaltige Neigung zum Sauerstoffe, daß es dem Wasser seinen Sauerstoff entzieht, so daß der Sauerstoff, der früher im Wasser war, sich mit dem Kalium verbindet. Die Verbindung ist aber so heftig, daß das Kalium zu glühen anfängt. Man sieht auch deshalb ein Kügelchen von Kalium-Metall, das sonst kalt ist, in Gluth gerathen und zischend umher springen, wenn man es in kaltes Wasser hineinwirft. Hierbei zeigt sich aber noch eine interessante Erscheinung. Da das Wasser seinen Sauerstoff verliert, so steigt aus dem Wasser Wasserstoffgas in die Höhe. Dies aber ist ein brennbares Gas, wird von der Gluth des Kaliumkügelchens angezündet und fängt an zu brennen. Man nimmt hierbei das merkwürdige Schauspiel wahr, daß erstens ein Metallkügelchen dadurch zu glühen anfängt, daß man es in kaltes Wasser wirft, und zweitens, daß ein Bestandtheil des Wassers hierbei selber in volle Flamme geräth.

Einen zweiten Versuch der Art hat wohl Jedermann schon angestellt, aber Tausende thun es, ohne Chemie darin zu vermuthen. Unsere gewöhnlichen Stipp-Feuerzeuge, die jetzt freilich schon außer Mode gekommen sind, weil man sich der praktischeren Reib-Zündhölzchen bedient, stellen solch' einen chemischen Versuch vortrefflich dar. Die Hölzchen der Stipp-Feuerzeuge sind an der Spitze in eine Mischung von chlorsaurem Kali und Schwefel getaucht. Das chlorsaure Kali hat die Eigenschaft, daß es bei einer Zersetzung eine große Menge seines Sauerstoffs von sich giebt, und bringt man dasselbe in Berührung mit Schwefelsäure, so geschieht eine so schnelle, heftige Verbindung des Kali mit der Schwefelsäure, daß ein außerordentlich hoher Grad von Hitze entsteht. Beim Einstippen eines solchen Schwefelhölzchens in das Feuerzeug-Fläschchen, worin sich Schwefelsäure befindet, geschieht nun diese chemische Operation. Indem aber zugleich Sauerstoff frei wird, so entsteht hierbei eine heftige Entzündung, eine Flamme, die den Schwefel in Brand setzt, der dann das Hölzchen selber anzündet.

Obwohl zu einer genauen Erklärung dieses Vorganges mehr nöthig ist, als wir hier darlegen können, so wird doch jeder Leser schon daraus ersehen, daß hier, wie im vorhergehenden Versuch, die Wärme nur ein Erzeugniß des chemischen Vorganges ist, daß ferner die Wärme sich oft so steigert, daß sie eine Flamme hervorruft, und Jedermann wird es glaublich finden, wenn wir sagen, daß auf chemischem Wege Wärme erzeugt wird, selbst ohne Flamme. Es wird daher nun erklär-

licher erscheinen, daß auch in unserm Körper die Leibwärme erzeugt und erhalten wird durch den chemischen Prozeß, den wir beim Essen und Athmen durch Kohlenstoff und Sauerstoff hervorrufen.

XII. Die Chemie in aller Welt Händen.

Indem wir nun in unserm Thema weiter gehen wollen, bitten wir unsere Leser, sich des Versuchs zu erinnern, den wir mit Phosphor und Sauerstoff angestellt haben.

Wir haben bei diesem Versuch gesehen, daß ein Stückchen Phosphor in einer Flasche Sauerstoffgas nur ein wenig erhitzt zu werden braucht, um sofort mit heller Flamme zu verbrennen, und jetzt wissen wir, daß diese Verbrennung nur ein chemischer Vorgang ist, daß das Feuer nur eine Erscheinung dieses Vorganges bildet, daß eigentlich der wahre Hergang bei diesem Versuch nur die chemische Verbindung von Phosphor und Sauerstoff ist, welche beisammen eine Art weißen Nebel bilden, den man Phosphorsäure nennt.

In Nachstehendem wollen wir zeigen, daß viele Millionen Menschen tagtäglich denselben Versuch mit dem glücklichsten Erfolge anstellen, freilich ohne daran zu denken, daß auch dies Chemie ist.

Man kauft jetzt schon für einen Groschen tausend

Zündhölzchen und jedes derselben geräth in hellen Brand, wenn man es an einer rauhen Fläche reibt. Ein solches Zündhölzchen aber, das man unachtsam benutzt und verächtlich von sich wirft, ist wahrlich ein Gegenstand, der zum ernstlichen Nachdenken anregt.

Wie viele Tausende von Menschengeschlechtern haben gelebt, die das Erzeugen von Feuer für eine Art Zauber gehalten haben! Die weisen Griechen haben so wenig Vorstellung davon gehabt, wie man Feuer erzeugen kann, daß sie in ihren religiösen Dichtungen die Fabel erfunden haben, daß ein Gott einen Funken vom Himmel gestohlen und ihn den Menschen gegeben habe, damit sie ein Feuer anzünden könnten. In der That war man im Alterthum genöthigt, glühende Kohlen aufzubewahren, um jederzeit Feuer anzünden zu können. In den Tempeln der alten Völker brannte man eine ewige Leuchte, zu deren Dienst bestimmte Priester bestellt waren, damit sie nie verlösche. Später erfand man das Feuerzeug, aus Stahl und Stein bestehend, dessen sich gewiß noch viele unserer Leser bedient haben. Mit solchem Feuerzeug stellt man das Feuer dadurch her, daß man gegen die scharfe Kante eines besonders harten Steines, des Feuersteins, ein Stück Stahl schlägt, wodurch Stückchen Stahl so plötzlich eine heftige Reibung erleiden, daß sie glühend abspringen und als Funken im Stande sind, Zunder oder Schwamm in Gluth zu versetzen.

Seitdem jedoch die Chemie einen großen Aufschwung nahm und man einsah, daß Feuer nur eine Erscheinung ist während eines chemischen Vorganges, erfand man die

chemischen Feuerzeuge, so daß man jetzt schon lange Zündmaschinen hat, wo man nur mit den Fingern aufzudrücken braucht, um Feuer zu erhalten, Zündmaschinen, die wohl verdienen, von Jedermann gekannt zu werden, und deren Erklärung wir unsern Lesern noch vorzuführen gedenken. Ferner kam man auf die Erfindung der Stipp-Feuerzeuge, die wir im vorhergehenden Abschnitt erwähnt haben, und gegenwärtig sind die viel bequemeren Reibzündhölzchen im allgemeinen Gebrauch, die ein vortrefflicher Beweis für unsere fortgeschrittene Zeit sind.

Hätte ein Mensch in alten Zeiten solch' ein Bündchen Reibzündhölzchen hervorgebracht, er würde vielleicht von den frommen Priestern als Gottesleugner und Zauberer auf den Scheiterhaufen gebracht und vom unwissenden Volk als ein Gott verehrt worden sein! — Wieviel Stoff bietet uns solch' ein Hölzchen, um über den geistigen Fortschritt der Menschheit nachzudenken, und wie sehr lehrt uns ein solches die vergeblichen Bestrebungen verachten, durch welche man die Menschen wieder in den Zustand der Unwissenheit und Thorheit alter Zeiten hineinzwängen will! —

Darum aber wollen wir solch' ein Zündhölzchen näher kennen lernen.

Das einfache Zündhölzchen besteht aus einem Hölzchen, dessen Spitze zuerst in Schwefel und dann in Phosphor getaucht ist. Der Phosphor hat die Eigenschaft, daß er große Neigung hat, sich mit Sauerstoff zu verbinden; legt man daher ein Stückchen Phosphor, das ungefähr so aussieht, wie weiche weiße Wachs,

an die Luft, so genügt schon die gewöhnliche Wärme der Luft, um eine langsame chemische Verbindung des Sauerstoffs der Luft mit dem Phosphor herzustellen. Das Stückchen Phosphor fängt an zu rauchen und einen weißen Nebel von sich zu geben, der eben nichts ist, als Phosphorsäure, wobei der Phosphor endlich ganz verschwindet. Im Dunkeln sieht man, daß der Phosphor in diesem Zustande leuchtet, und Jedermann weiß es auch, daß, wenn man mit der warmen Hand im Dunkeln über die Spitze des Zündhölzchens fährt, ein solch' leuchtender Nebel von besonderem Geruch entsteht. Dieser Nebel ist Phosphorsäure, eine Verbindung des Phosphors mit dem Sauerstoff der Luft, die durch das Reiben mit der warmen Hand begünstigt wird. —

Reibt man aber solch' ein Zündhölzchen an einen rauhen Körper, so vermehrt man dadurch die Wärme; die Verbindung des Phosphors mit dem Sauerstoff der Luft wird dadurch noch mehr begünstigt und geht schneller vor sich. Die schnellere chemische Verbindung ist aber immer mit größerer Wärme verbunden und diese reicht aus, den Schwefel anzuzünden, d. h. die Verbindung des Schwefels mit dem Sauerstoff der Luft zu begünstigen, wodurch noch mehr Wärme entsteht. Dieser Grad der Wärme ist aber wieder stark genug, um die Verbindung des Kohlenstoffs im Hölzchen mit dem Sauerstoff der Luft möglich zu machen und so findet bald auch diese statt, d. h. das Holz beginnt zu brennen.

Wir wollen nun noch näher zeigen, daß ein solches Hölzchen, wenn es gerieben worden ist, drei wirklich

interessante, chemische Vorgänge zeigt, die wohlbeachtet so lehrreich sind, wie man es sich schwerlich denken mag.

XIII. Versuche mit einem Zündhölzchen.

In der That, unsere Reibzündhölzchen stellen beim Gebrauch eine ganze Reihe von chemischen Vorgängen dar, und bei all' diesen spielt der Sauerstoff der Luft seine Hauptrolle.

Der chemische Vorgang besteht darin, daß drei verschiedene Stoffe sich nach einander mit dem Sauerstoff der Luft verbinden, und daß bei dieser Gelegenheit drei verschiedene Flammen nach einander entstehen, die stufenweise eine immer größere Hitze erzeugen.

Der Phosphor wird durch Reibung erwärmt, bis zu dem Grade, wo er sich unter Flammen mit dem Sauerstoff der Luft verbindet, und das ist die erste Flamme. Aber diese Flamme können wir nicht zum Anzünden gewöhnlicher Gegenstände brauchen. Der Phosphor verbindet sich bei einem so niedrigen Grad von Hitze mit dem Sauerstoff der Luft, daß wir langsam und ohne helle Flamme brennenden Phosphor in der Hand halten können, ohne uns zu verletzen. Wenn wir im Dunkeln einen Strich mit einem Phosphorhölzchen über die Hand machen, sehen wir einen Streifen Phosphor auf der Hand abbrennen, d. h. sich

mit dem Sauerstoff der Luft verbinden, ohne daß wir dabei Schmerzen empfinden. Oft scheint es in solchen Fällen, als ob der Phosphor schon ausgebrannt wäre; aber es ist meist nur mit der obersten Schicht der Fall, und wenn diese sich in Phosphorsäure verwandelt hat, so dringt der Sauerstoff der Luft nicht bis zur untern Schicht, so daß die Verbrennung aufhört. Daher aber rührt es auch, daß, wenn man mit dem Finger die Stelle, wo der Phosphorstreifen war, abwischt, dieser noch einmal an zu brennen fängt; denn durch das Abwischen ist die untere Schicht frei geworden und diese verbindet sich nun mit dem Sauerstoff der Luft und erscheint wieder als lichter Streifen. Dies ist die langsame Verbrennung des Phosphors.

Aber auch die schnelle Verbindung des Phosphors mit Sauerstoff, die durch Reiben erzeugt wird und eine helle Flamme bildet, ist nicht stark genug, dauert auch nicht lange genug an, um das Holz zu entzünden. Da aber Schwefel, wie wir in dem Versuche bereits gesehen haben, auch starke Neigung hat, sich mit Sauerstoff zu verbinden, so ist die schwache Wärme der Phosphorflamme hinreichend, um dem Schwefel des Zündhölzchens den Grad von Wärme mitzutheilen, der seine Verbindung mit Sauerstoff begünstigt. Es fängt also jetzt der Schwefel sein chemisches Kunststück an, welches wir auch entstehen sahen, als wir Schwefel in der Flasche mit reinem Sauerstoff verbrennen ließen. Der Phosphor ist also nur gebraucht worden, um den Schwefel anzubrennen. Zwar kann man den Schwefel ebenfalls

durch Reiben entzünden; allein dies ist schon sehr schwierig, weil die Reibung viel zu lange geschehen müßte, und man benutzt den Phosphor mit Recht, weil sein Entzünden so sehr leicht ist. — Der Phosphor also thut eine Vorarbeit; aber auch der Schwefel ist nur ein Vermittler.

Der brennende Phosphor würde dem Kohlenstoff des Hölzchens nicht jenen hohen Grad von Hitze ertheilen, die ihn fähig macht, sich mit dem Sauerstoff der Luft zu verbinden. Der bloße Phosphor würde abbrennen und das Hölzchen würde nicht entzündet werden. Da aber die Flamme des Schwefels schon bei weitem heißer ist, so verrichtet diese die Vermittlung; sie erhitzt den Kohlenstoff des Holzes in so hohem Grade, daß, wenn der Schwefel abgebrannt ist, der Kohlenstoff anfängt, sich mit dem Sauerstoff der Luft zu verbinden und das Holz selber geräth in hellen Brand, das heißt wiederum, es verwandelt sich mit dem Sauerstoff zusammen zu Kohlensäure.

Und nun bitten wir unsere Leser, sich all' der Versuche zu erinnern, die wir gleich Anfangs mit der Flasche voll Sauerstoff gemacht haben, wo wir Kohle, Schwefel und Phosphor, jedes einzeln, in einer Flasche Sauerstoff verbrennen ließen, und zeigten, wie daraus in dem einem Falle Kohlensäure, in dem andern schweflige Säure und im letztern Falle Phosphorsäure entsteht. Diese Versuche mögen wohl etwas fremdartig und gelehrt geklungen haben. — Jetzt aber sehen wir, daß jeder unserer Leser tagtäglich ganz dieselben Ver-

suche macht, daß er mit jedem Zündhölzchen, das er ansteckt, alle drei Kunststücke mit einem Male vornimmt, daß er, ohne daran zu denken, drei Verbrennungs-prozesse, die nichts als chemische Prozesse sind, vor sich gehen läßt und daß er unbeachtet, ein chemischer Fabrikant, erst Phosphorsäure, dann schweflige Säure und dann Kohlensäure fabrizirt, wenn er auch nichts dabei im Sinne hat, als sich eine Zigarre anzuzünden.

XIV. Ein chemisches Gesetz.

Wir haben bisher versucht, unsern Lesern einen näheren Einblick in das Wesen des Sauerstoffs und einige seiner Verbindungen zu geben. Indem wir nunmehr bald zum Wasserstoff übergehen wollen, müssen wir noch zwei Dinge hier anführen: das eine ist ein allgemeines, großes chemisches Gesetz, das man sich merken muß, und das andere ist eine Mittheilung über eine große Entdeckung, die erst in neuerer Zeit gemacht worden ist am Sauerstoff, eine Entdeckung, die vielleicht von den allerwichtigsten Folgen für die Zukunft sein kann.

Das Gesetz, auf das wir hier aufmerksam machen wollen, ist folgendes:

Wir wissen, daß die fünf und sechzig chemischen Grundstoffe eine Neigung haben, sich unter begünstigen-

den Umständen mit einander chemisch zu verbinden, und wir haben es auch schon erwähnt, daß die Neigung verschieden ist, d. h. daß sie bei gewissen Stoffen stärker, bei anderen Stoffen schwächer ist. So haben wir z. B. gesehen, daß das Metall, welches man Kalium nennt, eine ungeheure Neigung hat, sich mit Sauerstoff zu verbinden, während Eisen zwar auch diese Neigung hat, aber in weit geringerem Maße.

In der Chemie ist es nun sehr wichtig, zu wissen, wie groß diese Neigung zweier Stoffe zu einander ist, und zu erkennen, ob und welch' anderer Stoff eine noch größere Neigung hat, sich mit einem der verbundenen Stoffe zu verbinden; denn es ist Gesetz in der Chemie, — und dies Gesetz wollen wir unsern Lesern deutlich machen, — daß ein Stoff, der eine große Neigung hat, sich mit einem andern zu verbinden, im Stande ist, den andern Stoff herauszureißen aus einer bereits eingegangenen Verbindung, sobald diese aus schwächerer Neigung entstanden ist.

Ein Beispiel soll dies deutlicher machen. Es hat wohl schon Jedermann ein rostiges Eisen gesehen. Der Rost auf dem Eisen entstand dadurch, daß der Sauerstoff der Luft sich mit der Oberfläche des Eisens verbunden hat. Das Eisen ist also nicht etwa verschwunden, sondern ist nach wie vor da; es ist nur ein Theil davon eine Verbindung eingegangen, welche einen andern Körper gebildet hat, der Rost, oder mit dem wissenschaftlichen Namen, Eisenoxyd heißt. Gesetzt, es hätte nun Jemand solches Eisenoxyd gesammelt und es

läge ihm daran, den Sauerstoff aus dem Eisen herauszubringen, damit er reines Eisen habe, so kann dies nur dadurch geschehen, daß man zu dem Eisenoxyd einen Stoff zubringt, der größere Neigung zum Sauerstoff hat, als das Eisen. Unter solchen Umständen wird der Sauerstoff aus dem Eisenoxyd fortgehen und sich mit jenem andern Stoff verbinden; dadurch wird das Eisen ganz rein von Sauerstoff werden. Man wird reines Eisen erhalten.

In der That wird alles Eisen, das man bekanntlich aus der Erde gräbt, nicht als reines metallisches Eisen gefunden, sondern in chemischer Verbindung mit Sauerstoff. Wer Eisenbergwerke gesehen hat, wird bemerkt haben, daß es meist rothe und gelbe, wie Stein aussehende Stücke waren, die man ihm als das eigentliche Eisenerz zeigte. Da man aber daraus Eisen machen will, so muß man den Sauerstoff austreiben, und das kann man nur thun, indem man das Eisen in den Hoh-Ofen bringt, woselbst es mit Kohlen gemischt wird, die man dann anzündet. Die glühende Kohle aber, — das wissen wir ja schon — hat eine starke Neigung, sich mit Sauerstoff zu verbinden und eine Luftart, die Kohlensäure zu bilden. Geräth nun die Kohle in Gluth, so ist ihre Neigung zum Sauerstoff stärker, als die des Eisens; sie reißt also aus dem Eisenoxyd den Sauerstoff an sich und verfliegt als Kohlensäure in die Luft, während reines metallisches Eisen zurückbleibt.

Wir sehen also, daß wenn ein Stoff nur eine recht starke Neigung hat zu einem andern Stoffe, so

kann er ihn unter günstigen Umständen auch an sich ziehen und mit ihm verbinden, selbst wenn er bereits mit einem dritten Stoffe sich eingelassen hätte. — In solchem Falle sagt man: der eine Stoff hat seine frühere Verbindung verlassen und hat sich mit dem stärkeren Stoff verbunden; im vorliegenden Falle also hat der Sauerstoff das Eisen verlassen und hat sich zur Kohle begeben, um mit dieser eine Verbindung einzugehen.

In vielen Fällen geschieht aber noch mehr; es tauschen nämlich unter Umständen zwei verschiedene chemische Verbindungen ihre Stoffe aus, wenn sie zu einander gebracht werden. Ein Beispiel wird das, was wir meinen, deutlicher machen. Wir haben schon erwähnt, daß Kochsalz aus zwei Stoffen besteht, von denen der eine Natrium und der zweite Chlor heißt; nun kann man aber auch, durch Auflösung von Silber in Salpetersäure, salpetersaures Silber darstellen, das ebenfalls ungefähr wie Salz aussieht. Löst man diese beiden Salze in zwei verschiedenen Fläschchen mit Wasser auf und gießt nun die Mischungen zu einander, so entsteht solch' ein Austausch. Das Chlor verläßt das Natrium und verbindet sich mit dem Silber, und die Salpetersäure verläßt das Silber und verbindet sich mit dem Natrium, und man erhält statt des früheren Chlor-Natrium und des salpetersauren Silbers zwei neue chemische Körper, nämlich Chlor-Silber und salpetersaures Natron.

Dieses Gesetz der Veränderungen und des Aus-

tausches der chemischen Verbindungen ist die Grundquelle der meisten chemischen Erscheinungen, weshalb wir sie nicht unerwähnt lassen durften.

XV. Eine neue chemische Entdeckung.

Wir haben in Nachstehendem unsern Lesern von einer Entdeckung am Sauerstoff Mittheilung zu machen, die noch sehr neu und deshalb von nur sehr Wenigen gekannt ist. Diese Entdeckung ist vielleicht berufen, eine höchst wichtige Rolle in der Welt zu spielen, die man freilich jetzt noch nicht übersehen kann.

Schon seit langer Zeit ist die Bemerkung gemacht worden, daß sich in Zimmern, wo eine Elektrisirmaschine thätig ist, ein eigenthümlicher phosphorartiger Geruch verbreitet; denselben Geruch empfand man auch in Räumen, durch welche ein Blitz gegangen war. Man schrieb diesen Geruch gewöhnlich nicht irgend einem Stoffe zu, sondern meinte, daß er nur herrühre von einer elektrischen Reizung der Geruchsnerven; und diese Erklärung findet man auch noch in fast allen ältern Lehrbüchern angegeben. —

Allein schon vor mehr als zwanzig Jahren machte Schönbein, der Erfinder der Schießbaumwolle, bekannt, daß man diesen Geruch künstlich darstellen kann und zwar ohne Elektrizität. Seine Entdeckung bestätigte sich derart, daß man bald glaubte, einen neuen Stoff ent-

deckt zu haben, der der Luft beigemischt sein müßte und unter Umständen diesen Geruch verbreite. Man bezeichnete diesen Stoff mit dem Namen Ozon.

Die bequemste Art, das Ozon zu erzeugen, ist folgende. Man stellt in eine geräumige Flasche eine Stange Phosphor aufrecht hin, gießt lauwarmes Wasser hinein, bis die Stange zur Hälfte in Wasser steht; bewegt man nun die Flasche, so daß die Stange immer frisch angefeuchtet wird, so entwickelt sich der Ozongeruch so stark, daß er die Stube erfüllt. Der wirkliche Ozongeruch ist aber wesentlich vom Phosphorgeruch unterschieden und hat auch merkwürdige chemische Eigenschaften. Das Ozon ist im Stande, chemische Verbindungen aufzulösen und hat dadurch die Eigenschaft, sowohl Farben zu verändern, wie zu bleichen. Um ein Beispiel derart anzuführen, wollen wir Folgendes hervorheben: Es giebt einen Stoff, der ungefähr wie Salz aussieht und den Namen Jod-Kalium hat, weil er aus dem chemischen Urstoff Jod und dem bereits öfter erwähnten Metall Kalium besteht. Das Jod hat die Eigenschaft, daß die leiseste Spur davon jede Art von Stärkemehl blau färbt. Reibt man etwas Jod-Kalium mit gewöhnlichem Kleister zusammen, und streicht dieses über einen Papierstreifen, so bleibt das Papier weiß, weil das Jod, so lange es mit dem Kalium verbunden ist, den Kleister nicht blau färben kann. So wie man aber ein solches Papier an einen Ort bringt, wo Ozon vorhanden ist, so zeigt sich, daß das Ozon so starke Neigung hat, sich mit dem Kalium zu verbinden, daß

es das Jod daraus verdrängt; das Jod tritt somit zum Kleister und der Papierstreifen wird sofort blau gefärbt.

Solche Papierstreifen sind also ein vortreffliches Mittel, das Ozon zu entdecken, und in der That färben sie sich blau, selbst in Räumen, wo auch der feinste Geruch kein Ozon zu riechen vermochte.

Aber auch das Vermögen, Farben zu bleichen*), ist am Ozon merkwürdig. Lackmus, Blauholz, ja selbst Indigo-Farbe wird sofort gebleicht, wenn man einen gefärbten Gegenstand in eine Flasche bringt, wo Ozon vorhanden ist. — Nicht minder, als auf die Farben, wirkt das Ozon auf wirklich chemische Stoffe. Es wird von Milch, vom Blut, vom Eiweis schnell aufgenommen und bewirkt chemische Veränderungen. Desgleichen wirkt es auf Metalle in eigenthümlicher Weise ein.

Es läßt sich denken, daß diese Entdeckungen nach allen Seiten hin wissenschaftliche Untersuchungen hervorgerufen haben; ja auch die wissenschaftliche Medizin hat

---

*) Es ist durch neuere Untersuchungen über das Ozon wahrscheinlich geworden, daß auch das Bleichen der Wäsche im Sonnenlicht auf einer Wirkung des Ozons beruhe. Besonders spricht hierfür die Erfahrung, daß Terpentinöl, welches in der Luft viel Ozon erzeugt, das Bleichen in der Sonne sehr befördert. Man nimmt hierzu einen Theil rektifizirtes Terpentinöl und mengt dies mit 3 Theilen Spiritus. Von dieser Mischung schüttet man einen Eßlöffel voll in einen Eimer Wasser und taucht darin die Wäsche. Wird diese dann tüchtig ausgerungen und an der Luft getrocknet, so bleicht sie ungemein schnell.

Versuche damit angestellt, um zu entdecken, ob etwa unerklärte Krankheiten (z. B. die Cholera) von diesem bisher unbekannt gewesenen Stoff Ozon herrühren. — Wir wollen nur beiläufig erwähnen, daß die medizinischen Versuche bisher zu keinem wesentlichen Resultat geführt haben. Nur der englische vortreffliche Chemiker Graham giebt an, daß in Zeiten, wo die Luft ozonhaltig sei und Papiere, mit Jod-Kalium-Kleister bestrichen, blau werden, vornehmlich Katarrhe herrschend sind. — Dafür aber hat dieser Stoff nicht wenig die bedeutendsten Chemiker unserer Zeit beschäftigt, und sowohl Schönbein, wie englische und französische Naturforscher haben sich bemüht, das Geheimniß dieses Stoffes zu enthüllen.

Wir können hier nicht auf die Vermuthungen eingehen, die über die Natur des Ozon aufgestellt worden sind. Man fand eine ganze Masse von Wegen, um das Ozon herzustellen; aber immer mehr vermehrten sich auch die verschiedenen Ansichten darüber, was eigentlich das Ozon sei und wo es stecke, ob im Sauerstoff, ob im Stickstoff der Luft, oder sonst in irgend welchen Theilen. — Erst neuerdings ist der französische Gelehrte de la Rive dahinter gekommen, daß Ozon kein besonderer Stoff ist, sondern nichts als der Sauerstoff der Luft, der durch eigenthümliche Umstände einen besonderen Zustand annimmt. Die Beweise, die er hierfür gegeben, werden jetzt als vollkommen überzeugend in der Wissenschaft anerkannt, und wir haben so über die Natur des Sauerstoffs ein neues Licht erhalten, dessen Bedeutung in jeder Beziehung erst die Zukunft wird zu schätzen wissen.

Für jetzt wissen wir nun Folgendes vom Sauerstoff. Im gewöhnlichen Zustande hat er schon eine starke Neigung, sich mit vielen Stoffen zu verbinden; unter gewissen Umständen aber, wie z. B. beim Schütteln mit feuchtem Phosphor, verstärkt sich die Neigung des Sauerstoffs, Verbindungen einzugehen, in hohem Maße. Er bringt chemische Wirkungen hervor, die dem Chlor ähnlich sind. In diesem Zustand hat der sonst geruchlose Sauerstoff einen eigenthümlichen Geruch und wird Ozon genannt.

Diese noch ziemlich unbekannten Thatsachen wollten wir unsern Lesern nicht vorenthalten.

XVI. Einiges vom Wasserstoff.

Indem wir hoffen, vom Sauerstoff=Gas in so weit genügend gesprochen zu haben, als ein Einblick in die Chemie für Anfänger erfordert, wollen wir zum zweiten Grundstoff schreiten und vom Wasserstoffgas Einiges vorführen.

Der Name dieses Gases mag Vielen unbekannt klingen; aber es kennt Jedermann dieses Gas, denn es kommt ihm viele hundert Male täglich vor Augen. Das Gas unserer Gaslaternen ist eine Verbindung von Wasserstoffgas mit etwas Kohlenstoff.

Oeffnet man die Röhre einer gewöhnlichen Gas- flamme, ohne sie anzuzünden, so strömt nur ein Gas aus, eine Luft, die für das Auge nicht merkbar ist, hält man aber einen brennenden Fidibus darüber, so bewirkt man, daß die Luft um den Fidibus aufflammt, daß sie die nachströmende Luft entzündet, und daß diese Entzündung abwärts weiter geht, bis endlich die Flamme an die Oeffnung der Gasröhre gelangt und hier als Flamme fortbrennt, so lange Gas zuströmt.

Dieses Entzünden der Gasflamme von oben nach unten sieht sich so an, als ob vom Fidibus eine Flamme herabfiele auf die Oeffnung des Gasrohrs und nun dort fortbrenne; bei wenigem Nachdenken wird aber nun Jeder einsehen, daß dies eine falsche Vorstellung ist.

Wir haben unsere gewöhnlichen Gasflammen als erstes Beispiel vorgeführt, weil es uns darum zu thun ist, zu zeigen, wie das Wasserstoffgas gar kein uns fremder Stoff ist; allein dieses Leuchtgas ist nicht reines Wasser- stoffgas, und wir müssen deshalb solches jetzt näher ken- nen lernen.

Vor Allem wollen wir nur sagen, woher dieses Gas seinen Namen hat. Das Wasserstoffgas wird dar- um so genannt, weil es ein Haupt-Bestandtheil des Wassers ist. Alles Wasser in unseren Brunnen, in un- sern Flüssen, in Seen und Meeren, was wir trinken oder sonst gebrauchen, ist nicht ein einfacher Stoff, son- dern besteht aus zwei Luftarten, die chemisch mit ein- ander verbunden sind. Die eine Luftart ist Wasserstoff und die andere Sauerstoff.

So unglaublich dies dem Unkundigen auch klingen mag, so wahr ist es dennoch. Wenn man sonst geglaubt hat, daß Wasser ein Urstoff sei und sich sogar noch vor der Schöpfung aller Dinge den Geist Gottes auf den Wassern schwebend dachte, so weiß man jetzt und kann es Jedem zeigen, daß Wasser gemacht werden kann aus den zwei Luftarten, und ebenso, daß man die zwei Luftarten herstellen kann aus Wasser.

Ja, wenn es einmal gelingen wird, diese beiden Luftarten auf billigem Wege aus Wasser herzustellen, so wird die Menschheit einen gewaltigen Schritt vorwärts gethan haben, denn es wird dann, wie wir später zeigen werden, Heizung, Beleuchtung und Feuerzeug für Küche, Werkstatt und Fabrik so gut wie nichts kosten und hergestellt werden aus einem Eimer Wasser, von dem man sonst immer wähnte, daß es das Gegentheil vom Feuer sei.

Die Art und Weise, wie man Wasserstoff herstellen kann, wird unsern Lesern leicht begreiflich sein. Wasser besteht aus Sauerstoff und Wasserstoffgas, die chemisch verbunden sind. Nun wissen wir aber schon, daß, wenn man einen Stoff hinzubringt, der größere Neigung hat, sich mit Sauerstoff zu verbinden, der Sauerstoff seine bisherige Verbindung verläßt und sich mit dem neuen Stoff verbindet. Dadurch aber wird der Wasserstoff frei und steigt in Form von Luftblasen aus dem Wasser auf. — Da wir bereits wissen, daß das Kalium-Metall eine so außerordentlich starke Neigung hat zum Sauerstoff, so braucht man nur ein Stückchen von diesem Me-

tall in einen Teller mit Wasser zu werfen, um das schöne Schauspiel zu genießen, das wir bereits unsern Lesern vorgeführt haben.

Das Kalium nimmt aus dem Wasser den Sauerstoff an sich und zwar so heftig, daß das Kalium zu glühen anfängt und wie ein leuchtender Funken zischend im Teller umherspringt; hierbei aber steigt die Menge Wasserstoffgas, die früher mit dem Sauerstoffgas verbunden war, aus dem Wasser auf und über dem Teller schwebt eine Menge dieses Gases und würde, weil es ein sehr leichtes Gas ist, aufwärts nach der Stubendecke steigen. Da aber dieses Gas auch brennbar ist, so reicht die Gluth des Kaliums hin, um das Gas anzuzünden, und man sieht bei solchem Versuch gewissermaßen, wie man aus dem Wasser Feuer machen kann.

Das Kalium ist indessen immer noch ein theures Metall, und man kann das Wasserstoffgas weit billiger darstellen. Wenn man eine Handvoll kleiner Eisenstückchen, wie etwa kleine Nägel, in ein Glas wirft, das halb mit Wasser gefüllt ist, so braucht man nur ein wenig Schwefelsäure zum Wasser zuzuschütten, und man wird bald bemerken, wie aus dem Wasser Bläschen aufsteigen, als ob es kochte. Diese Bläschen sind aber nichts, als Wasserstoffgas, das frei wird, weil Eisen im Gemisch mit Schwefelsäure eine sehr starke Neigung hat, sich mit Sauerstoff zu verbinden, und diese Neigung so stark ist, daß es den Sauerstoff aus dem Wasser entreißt, wodurch der Wasserstoff des Wassers frei wird.

XVII. Anleitung zu einem Versuch.

Man kann das Wasserstoffgas schnell und leicht darstellen, wenn man statt Eisen kleine Stückchen Zink nimmt, und da wir meinen, daß wohl mancher unserer Leser eine Ausgabe von ein paar Groschen nicht scheuen wird, um einen Versuch derart zu machen, so wollen wir möglichst deutlich die Anleitung hierzu geben.

Man nehme eine gewöhnliche weiße Bierflasche und schütte eine Handvoll kleingeschnittenes Zinkblech hinein, das man bei jedem Klempner billig bekommen kann, da das Zink nicht neu zu sein braucht. Sodann gieße man die Flasche halbvoll mit Wasser und verschaffe sich einen guten, leichtschließenden Pfropfen zu derselben. Durch den Pfropfen bohre man mit einem Federmesser oder mit einem glühenden Eisen zwei Löcher, das eine groß genug, um ein längeres, breites Glasrohr durchzustecken, das andere, um ein Stückchen dünneres Glasrohr einschieben zu können. Mit diesem Pfropfen, in welchem die Glasröhren stecken, verschließe man nun die Flasche, und schiebe das längere, breitere Rohr so tief hinein in die Flasche, daß das untere Ende nahe den Boden berührt, wo die Zinkstückchen liegen, während man das dünne Glasröhrchen nur etwa einen Finger breit in die Flasche hineinschiebt und es oben beliebig hoch aus dem Pfropfen hinausragen läßt. Schafft man sich hierzu in einer gewöhnlichen Medizinflasche für einen Groschen

Schwefelsäure an, so hat man Alles, was man zu dem Versuche braucht, der für jeden Lernbegierigen sehr lehrreich sein kann.

Mit einiger Vorsicht kann man aus der Medizinflasche in das längere weite Glasrohr Schwefelsäure eingießen, die in das Wasser hinabfließt; und wenn man ungefähr den achten Theil der Schwefelsäure hineingethan hat, so halte man damit inne und man wird sofort einen eigenen chemischen Prozeß in der Flasche wahrnehmen.

Vor allem wird das Wasser in der Flasche warm, sodann aber bemerkt man, wie sich an den Zinkstückchen Bläschen ansetzen, wie diese Bläschen sich vermehren und im Wasser aufsteigen, und wie endlich das Wasser sich ansieht, als ob es langsam kochte, und man vernimmt ein Zischen, wie etwa, wenn man frisches Selterserwasser in ein Glas, oder ein wenig Brausepulver in Wasser schüttet. Nach einigen Minuten wird man bemerken, daß durch das kleine Glasröhrchen eine Luftart ausströmt, die eigenthümlich riecht. Die Luftart ist Wasserstoffgas das in ganz reinem Zustand geruchlos ist, doch in vorliegendem Fall von einigen beigemischten Gasen seinen Geruch erhält.

Was nun in der Flasche vorgeht, ist Folgendes:

Zink hat eine große Neigung, sich mit Sauerstoff zu verbinden; allein diese Neigung ist nicht stark genug, um den Sauerstoff dem Wasser zu entreißen. Erst wenn man Schwefelsäure dazu bringt, tritt eine solche Umwandlung des Zinks ein, daß seine Begierde nach

Sauerstoff sehr stark wird. Da nun im Wasser Sauerstoff vorhanden ist, so zieht das Zink diesen Sauerstoff an sich und verbindet sich mit demselben, während der Wasserstoff als Gas in einzelnen Bläschen im Wasser aufsteigt und den leeren Raum der Flasche mit Wasserstoffgas ausfüllt. Dieses Gas ist es nun, das aus dem kleinen Röhrchen ausströmt und immer stärker ausströmt, je stärker die Entwicklung des Gases in der Flasche vor sich geht.

Das ausströmende Gas ist brennbar, d. h. diese Luftart brennt, wenn man sie ansteckt. Allein man hüte sich ja, dies sogleich zu thun, sondern man warte lieber an zehn Minuten und gieße, wenn das Brausen in der Flasche nachläßt, wieder eine kleine Portion Schwefelsäure zu, denn durch allzufrühes Anzünden des Gases kann man leicht ein Unglück anrichten. In der Flasche nämlich war gewöhnliche Luft. Diese Luft enthält, wie wir bereits wissen, Sauerstoff; das also, was zuerst aus der Flasche ausströmt, ist nicht bloßes Wasserstoffgas, sondern ein Gemisch von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas; das aber ist eine gefährliche Luftart, denn wenn man sie entzündet, flammt sie mit einem furchtbaren Knall auf und zersprengt die Flasche derart, daß man sich dabei gefährlich verwunden kann. Erst nach einigen Minuten heftiger Ausströmung ist dies gefährliche Gas, das man „Knallgas“ nennt, fort, und wenn die Strömung unterhalten wird, kommt kein Sauerstoff in die Flasche hinein; man kann daher nach Verlauf von zehn Minuten ganz gefahrlos einen

brennenden Fidibus an die Spitze des kleinen Röhrchens halten, und man wird sehen, daß hier eine kleine Flamme erscheint, die schwach bläulich leuchtet und fortbrennt, so lange die Entwicklung des Gases in der Flasche stark genug ist, was auch der Fall ist, wenn man immer etwas frische Schwefelsäure zugießt.

Wir wollen im nächsten Abschnitt zeigen, welch' eine Reihe hübscher Versuche man nun anstellen kann.

XVIII. Weitere Versuche mit Wasserstoffgas und die Kunst, aus Feuer Wasser zu machen.

Wenn man das aus dem kleinen Glasrohr ausströmende Gas ansteckt, so zündet man eigentlich eine Gasflamme an; allein sie brennt nicht leuchtend, wie gewöhnliches Leuchtgas, sondern mit bläulicher Flamme, wie die einer kleinen Spirituslampe. Was dieser Flamme fehlt, um Leuchtgas zu werden, ist Kohle. Macht man daher den Versuch und läßt ein wenig Cigarrenrauch in die Flamme strömen, so wird man sogleich ein Aufleuchten der Flamme gewahren.

So wenig leuchtend aber die Flamme des Wasserstoffgases ist, so heiß ist sie. Wenn die Ausströmung nur ein bischen stark ist, so kann man ein Glasrohr, das man erst ein wenig hin und her durch die Flamme zieht, hineinhalten und man wird bald gewahren, daß

das Glas weich wird, sich ziehen und biegen läßt, so daß man sich beliebig das grade Glasrohr in verschiedene Formen umbiegen und auch in feine Spitzen ausziehen kann. — Die Hitze der kleinen Flamme reicht also hin, um Glas zum Schmelzen zu bringen, was bei einer gewöhnlichen Flamme nicht der Fall ist.

Hat man aber ein Stückchen Platina = Schwamm zur Hand, so kann man ein eigenthümliches Schauspiel beobachten. Löscht man nämlich die Flamme aus und läßt das Gas heftig ausströmen, so braucht man nur den Platina-Schwamm in den Strom von Wasserstoffgas zu halten und man wird sehen, wie der Schwamm zu glühen anfängt und dabei das Gas wieder anzündet. — Man besitzt daher in einer Flasche Wasserstoffgas und einem Stückchen Platina-Schwamm, das bei jedem Mechanikus zu haben ist, ein eigenthümliches Feuerzeug, bei welchem man sich überzeugen kann, wie das kalte ausströmende Wasserstoffgas auf den kalten Platina-Schwamm so einwirkt, daß er ins Glühen geräth und endlich das Gas anzündet.

Die Erklärung dieses Vorganges ist folgende.

Der Platina-Schwamm ist eine außerordentlich fein zertheilte Masse von Platina = Metall. Dieses fein zertheilte Metall saugt im gewöhnlichen Zustand eine außerordentliche Masse von Luft in sich ein, die in den Zwischenräumen des Schwammes sehr verdichtet ist. Da aber diese verdichtete Luft Sauerstoff in sich hat und das Platina-Metall sich nicht leicht mit Sauerstoff verbindet, so findet das hineinströmende Wasserstoffgas

viel Sauerstoff vor, mit welchem es sich verbinden kann. — Nun wissen wir ja bereits, daß jede Verbindung mit Sauerstoff Wärme erzeugt. Die Verbindung also vom Wasserstoff und Sauerstoff, die im Schwamm vor sich geht, erzeugt Wärme, und wenn sie fortdauert, steigert sich die Wärme derart, daß der Schwamm in Gluth geräth. Daß der glühende Schwamm sodann das Wasserstoffgas anzündet, ist leicht einzusehen.

In der That besteht hierin das Wesen eines Platina-Feuerzeugs, das wohl schon jeder unserer Leser gesehen haben wird. In einem solchen Feuerzeug befindet sich ein Glas, worin Wasser und Schwefelsäure ist. Zugleich ist in dies Schwefelsäure-Wasser eine kleine Glasglocke eingetaucht, in welcher sich ein Zinkkolben befindet. So oft nun der Zinkkolben angefeuchtet wird mit dem gesäuerten Wasser, entwickelt sich in der Glasglocke Wasserstoffgas. Oeffnet man nun oben einen Hahn, aus welchem das Wasserstoffgas aus der feinen Spitze eines Röhrchens ausströmen kann, so geht dieser Strom Wasserstoffgas auf ein Stückchen Platina-Schwamm, das in der Nähe aufgestellt ist, wodurch der Schwamm zu glühen anfängt und das Gas anzündet. — Wer ein solches Platina-Feuerzeug aus der Blechbüchse, worin es meist steht, heraushebt und mit einigem Nachdenken beobachtet, der wird viel Interessantes und Lehrreiches mit Leichtigkeit herausfinden.

Kehren wir aber nun zu unserm Versuch zurück, so kann man noch manche lehrreiche Beobachtung dabei anstellen.

Wenn man das Wasserstoffgas anzündet, so bemerkt man, daß es in der Flasche nicht brennt, sondern erst, wenn es ausgeströmt ist und mit der Luft in Berührung tritt. Hieraus kann man entnehmen, daß das Wasserstoffgas nur brennt, wenn Sauerstoff zugegen ist, wie das in der Luft der Fall ist, oder richtiger: Wasserstoffgas verbrennt, indem es sich mit Sauerstoffgas verbindet. —

Was aber wird aus dieser Verbindung?

Nun, das wollen wir sogleich sehen.

Man halte über die kleine Gasflamme ein großes langes Weißbierglas, das man inwendig und auswendig recht trocken ausgewischt hat, und zwar halte man das Glas umgekehrt, so daß die Gasflamme inwendig ist, wie etwa eine Lampenflamme im Cylinder. Nach einer Weile wird man bemerken, daß das Glas inwendig zu beschlagen anfängt, als hätte man hineingehaucht. Das Glas wird inwendig feucht, ja bei geeigneter Vorrichtung kann man es sogar so weit bringen, daß sich Tropfen zu sammeln anfangen und endlich das Wasser an den Wänden des Glases herabfließt.

Wo kommt dieses Wasser her?

Es rührt von der Verbindung des ausströmenden Wasserstoffs mit dem Sauerstoff der Luft her. Beim Verbrennen des Wasserstoffs also verbindet sich dieser mit Sauerstoff und bildet Wasser.

XIX. Die Haupt-Kunststücke der Chemie.

Wir haben im vorhergehenden Abschnitt durch den Versuch gezeigt, wie sich Wasser bildet, oder richtiger, wie man Wasser machen kann. Man stellt es her, indem man Wasserstoffgas in der Luft verbrennen läßt, welche Sauerstoff enthält; der Wasserstoff verbindet sich mit dem Sauerstoff und beide zusammen werden Wasser. Dieses Wasser würde sofort sichtbar sein, wenn es nicht durch die Hitze der Flamme in Dampf verwandelt wäre. Erst wenn dieser Dampf sich auf der inwendigen Fläche des Bierglases niedergeschlagen hat, erscheint er in tropfbarer Gestalt und wird wirkliches Wasser, das seiner Natur nach nicht im mindesten etwas Anderes ist, als alles Wasser in der Welt.

Bei diesem interessanten Versuch kann man so recht sehen, was die Chemie Alles machen kann, oder richtiger: man kann beobachten, worin denn eigentlich die Haupt-Kunststücke der Chemie bestehen. Sie bestehen im Zerlegen und im Zusammensetzen der Körper.

Erst haben wir bei unserm Versuch das Wasser in der Bierflasche zerlegt. Wir haben seine beiden Bestandtheile getrennt; den Sauerstoff haben wir zum Zink gehen lassen und den Wasserstoff ließen wir ausströmen. Dadurch ist ein Theil Wasser vernichtet worden. Wer eine sehr empfindliche Waage hat und die Flasche auf eine solche stellt, der wird bemerken, wie die Flasche immer leichter wird, je mehr Gas aus-

strömt. Wer sehr genau messen kann, wie hoch das Wasser in der Flasche steht, der wird durch gute Instrumente bemerken, daß das Wasser in der Flasche immer weniger wird. Also in der Flasche geht eine Zerlegung des Wassers vor sich. Zündet man aber das Wasserstoffgas an und hält, wie wir gezeigt haben, das Bierglas darüber, so bewirkt man das zweite Kunststück der Chemie. Man schafft eine Zusammensetzung des Wassers. Man nimmt den Wasserstoff aus der Flasche und den Sauerstoff aus der Luft und macht gerade eben so viel Wasser, wie man in der Flasche vernichtet hat. —

Die wirklichen Chemiker sind mit außerordentlich feinen Instrumenten versehen und sind im Stande, Jedem, der sich davon überzeugen will, zu beweisen, daß nicht das kleinste Atom Wasser dabei verloren geht, sondern genau so viel Wasser, wie in der Flasche zerlegt wird, genau so viel Wasser wird bei der Verbrennung des Wasserstoffgases gebildet.

Man kann aber mit dem Wasserstoffgas noch sehr interessante Versuche anstellen. Das Wasserstoffgas ist eine Luftart, die vierzehn Mal leichter ist als die gewöhnliche Luft. Das Gas steigt daher in gewöhnlicher Luft nach oben. Wenn man nun ein dünnes Gutta-Percha-Rohr über das kleine Glasrohr zieht und das Gas durch das Gutta-Percha-Rohr stark ausströmen läßt, so braucht man nur das Ende des Gutta-Percha-Rohrs in gewöhnliches Seifwasser zu tauchen, um Seifenblasen zu bekommen, wie sie die Kinder zu ihrem

Ergötzen machen. Eine solche Seifenblase ist nun mit Wasserstoffgas gefüllt, und da dies Gas viel leichter ist als Luft, so steigt die Blase ohne Weiteres gerade aufwärts bis zur Stubendecke und im Freien so hoch auf, daß sie dem Auge entschwindet. In einer solchen Spielerei hat man das ganz richtige Bild eines Luftballons. — Die Luftballons, deren Aufsteigen immer ein gern gesehenes Schauspiel ist, sind ebenfalls nur mit Wasserstoffgas gefüllt. Je größer sie sind, um so stärker ist ihr Bestreben, sich in die Luft zu erheben, und deshalb sind große Ballons im Stande, bedeutende Lasten, wie ein Schiffchen mit einer ganzen Masse von Menschen, mit in die Höhe zu nehmen und eine Luftfahrt mitmachen zu lassen. — Eine mit Wasserstoffgas gefüllte Seifenblase ist also in Wirklichkeit nichts anderes, als ein kleiner Luftballon.

Kommt man mit einem Lichte solcher Seifenblase nahe, so entzündet sie sich mit einem leichten Knall. Macht man aber solche Seifenblasen gleich zu Anfang, ehe noch die Flasche von der gewöhnlichen Luft entleert ist, so befindet sich in der Seifenblase die Mischung von Wasserstoffgas und gewöhnlicher Luft, die man Knallgas nennt, und zündet man solche Seifenblase, wenn sie in der Stube herumfliegt, an, so platzt sie mit einem so heftigen Knall, als ob eine Pistole abgeschossen würde.

Aber nicht zur bloßen Spielerei kann man das Knallgas gebrauchen, sondern eine Mischung von reinem Sauerstoff mit Wasserstoffgas, die das eigentliche Knall-

gas bildet, giebt beim Entzünden eine so ungeheure Hitze, daß in der Flamme dieses Knallgases Stahl- und Eisenstücke wie Fidibusse wegbrennen, die härtesten Gegenstände, und selbst Kalk, der in keiner Weise bisher durch Feuer angegriffen werden konnte, zum Schmelzen gebracht werden können.

Läßt man einen brennenden Strom von solchem gemischten Gas auf ein Stückchen Kreide strömen, so fängt es an, weißglühend zu werden und verbreitet ein so helles Licht, daß es fast die Augen blendet, gleich einem Strahl des Sonnenlichtes. — Nächst dem elektrischen Licht ist das Knallgaslicht, das man auch Wasser-Sauerstoff-Licht, oder mit dem griechischen Namen Hydro-Oxygen-Gas-Licht nennt, das hellste, das man künstlich erzeugen kann.

XX. Was denn eigentlich Wasser ist und was man aus einem Glase Wasser machen kann.

Nunmehr wird es Jeder unserer Leser einsehen können, was eigentlich Wasser ist. — Wasser ist nichts anderes als verbranntes Wasserstoffgas! —

Freilich klingt dies sehr sonderbar und der Unkundige glaubt, daß es nur eine Art Gelehrtenwitz sein soll; aber es ist nicht so. Es ist in Wahrheit alles Wasser

in der Welt gar nicht anders möglich, als daß es auf ähnliche Weise entstanden ist, als daß ehedem nur seine zwei Bestandtheile existirten, zwei Luftarten, Wasserstoff und Sauerstoff, und erst, als der Wasserstoff in der Mischung mit Sauerstoff verbrannte, bildete sich Wasser.

Welche Wichtigkeit diese Erkenntniß aber für die praktische Welt hat, ist wahrlich kaum zu beschreiben.

In einem einzigen Glase Wasser ist eine so ungeheure Masse von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas verdichtet, daß man mit diesen Gasen vollständig einen Tag lang ein Zimmer heizen und beleuchten kann. Heizung und Beleuchtung, die so außerordentlich viel kosten, würden in der Welt gar keine Ausgabe mehr verursachen, wenn man nur im Stande wäre, das Wasser auf billige Weise in seine zwei Bestandtheile zu zerlegen und einen Ballon Wasserstoffgas und einen Ballon Sauerstoffgas daraus zu machen. Könnte man dies, so brauchte man nur durch ein Rohr das Wasserstoffgas in den Ofen ausströmen zu lassen und das Gas anzuzünden. Schon bei Zutritt der gewöhnlichen Luft würde der Ofen so heiß werden, daß er übermäßige Wärme erzeugen würde. Zur Beleuchtung brauchte man nur aus einem Rohre Wasserstoffgas ausströmen und durch diesen Strom einen Strom Sauerstoffgas fließen zu lassen, und man brauchte nur in der Flamme dieses gemischten Gases ein Stückchen Kreide anzubringen, um ein Licht zu erhalten, wie es keine Lampe in der Welt verbreiten kann.

Warum aber thut man dies nicht? Wo liegt das Hinderniß?

Das Hinderniß liegt darin, daß die Chemie noch nicht so weit ist, auf billigem Wege das Wasser zu zersetzen; oder richtiger, die Chemie ist noch nicht so weit, die Stoffe, die dazu verbraucht werden, wiederum mit Leichtigkeit herzustellen.

Wir haben gesehen, daß man Zink in die Flasche thun mußte, woraus wir Wasserstoffgas entwickelt haben. Sodann wurden wir genöthigt, Schwefelsäure zuzugießen, und erst mit Hülfe dieser Stoffe konnten wir dem Wasser, das freilich gar nichts kostet, seinen Wasserstoff entreißen. Aber Zink und Schwefelsäure kosten Geld und diese, die dabei verloren gehen, machen das Wasserstoffgas theuer.

Wie aber, wird der denkende Leser fragen, können Zink und Schwefelsäure verloren gehen? Sie stecken ja doch in der Flasche! Wo bleiben denn diese Stoffe?

Das ist ganz richtig, sie gehen auch nicht verloren. Zink und Schwefelsäure sind und bleiben in der Flasche, und es kommt zu ihnen noch etwas hinzu, nämlich der Sauerstoff des Wassers. Aber diese Stoffe verbinden sich chemisch, verwandeln sich und bilden einen neuen Stoff, der bei weitem nicht so viel werth ist, als das Zink und die Schwefelsäure gekostet haben.

Aus dem Zink, der Schwefelsäure und dem Sauerstoff des Wassers ist nämlich etwas ganz Neues und Eigenthümliches geworden, das man schwefelsaures Zink-Oxyd nennt.

Wenn man nämlich den Versuch gemacht und eine tüchtige Masse Wasserstoffgas aus der Flasche hat strömen lassen, so wird man bemerken, daß das Zink verschwunden ist. Es werden nur einige schwarze Flöckchen im Wasser herumschwimmen, die unreine Beimischungen des Zinks sind. Das Zink wird völlig unsichtbar sein. — Will man nun wissen, wo es hingekommen ist, so muß man die Flüssigkeit in der Flasche durch ein reines Läppchen oder Fließpapier gießen, so daß man in einem Glase eine reine Flüssigkeit erhält, die wie Wasser aussieht. Dieses Wasser läßt man langsam kochen, oder man stellt es an eine heiße Stelle, z. B. in die heiße Röhre, und läßt die Flüssigkeit ruhig eindampfen; dann bemerkt man bald, daß Krystalle entstehen, eine Art langwürfliges Salz, das eben nichts anderes ist, als schwefelsaures Zinkoxyd, das man im gewöhnlichen Leben weißen Vitriol nennt. — Dieses Salz aber kann man nicht recht verwenden, um es werthvoll zu machen, und dadurch geht bei der Bereitung des Wasserstoffs viel Geld verloren, so daß der Wasserstoff aus Wasser noch zu theuer ist, obgleich das Wasser gar nichts kostet.

Freilich wird mancher Leser fragen: kann man denn dieses Salz nicht auf chemischem Wege zerlegen, so daß man daraus wieder Zink und Schwefelsäure erhält, und diese beiden Stoffe wiederum benutzen kann zur Erzeugung von Wasserstoffgas?

Wohl kann man das; aber zu dieser Zerlegung braucht man wieder andere Stoffe, die theuer, ja noch

theurer sind als Zink; es lohnt sich also nicht, diese Zerlegung vorzunehmen.

Durch zwei Erfindungen könnte man hier der Welt eine unendliche Wohlthat erweisen und seinen Namen in der Menschheit verewigen. Entweder es erfindet Jemand, wie man das schwefelsaure Zinkoxyd zu irgend etwas Nützlichem und Einträglichem verwenden kann; oder es entdeckt Jemand, wie man aus diesem Salz billig wieder Zink und Schwefelsäure macht.

Man glaube aber ja nicht, daß die Wissenschaft still steht oder gar umkehrt; sie schreitet trotz aller frommen Weltbeglücker vorwärts, und ohne Zweifel wird man einmal mit Wasser heizen und beleuchten, wenn man dazu vielleicht auch einen andern Weg einschlagen wird als den, welchen wir eben besprochen haben.

Einige Andeutungen über diesen Weg wollen wir im nächsten Abschnitte darlegen.

XXI. Eine wichtige Erfindung zur billigsten Heizung und Beleuchtung.

Da man noch nicht dazu gelangt ist, auf chemischem Wege billiges Wasserstoffgas herzustellen, so hat man die Hoffnung auf zwei andere Arten der Herstellung gerichtet, die jedoch bisher zu keinem günstigen Resultat geführt haben.

Die eine Art gründet sich darauf, durch große Hitze Wasser zu zersetzen und Wasserstoffgas zu erzeugen; die andere auf die Anwendung von Elektrizität zu diesem Zwecke.

Man hat schon vor längerer Zeit die Beobachtung gemacht, daß, wenn man mit einer Feuerspritze (mit der man bekanntlich nicht Feuer, sondern Wasser spritzt), wenn man mit einer solchen Spritze mitten in einen bedeutenden Häuserbrand hineinspritzte, um das Feuer zu löschen, dies nicht nur wirkungslos blieb, sondern die Flamme meist noch vergrößerte. Diese Erfahrung bewirkte, daß man bei Feuersbrünsten nur die noch nicht von heftigen Flammen angegriffenen Theile zu löschen versucht, den hell aufflammenden Theil aber seinem Schicksal überläßt.

Wie man in neuerer Zeit erkannt hat, beruht diese Beobachtung auf richtigen Thatsachen. Der Grund dieser Erscheinung ist folgender.

Brennende Gegenstände werden nur deshalb durch Wasser gelöscht, weil das Wasser die Gegenstände abkühlt und ihnen die nöthige Wärme benimmt, welche sie zur Verbrennung brauchen. Aus demselben Grunde geht auch ein Licht aus, wenn man hineinbläst, denn die kalte Luft kühlt das brennende Licht ab und verhindert daher sein Weiterbrennen; aber eben so gut, wie man einen glimmenden Docht anblasen kann zur hellen Flamme, wenn man ihm gerade sehr viel Luft, also auch Sauerstoff zuführt, der das Verbrennen begünstigt, eben so geht es mit Wasser.

Wenn man einen Strahl Wasser in einen sehr bedeutend glühenden Brand hineinspritzt, so verwandelt die große Hitze das Wasser zuerst in Dampf, bevor es noch den brennenden Gegenstand berührt. Der Dampf aber erleidet, wenn die Hitze stark genug ist, eine solche Ausdehnung, daß die zwei Grundstoffe des Wassers ihre chemische Verbindungskraft verlieren, und so kommt statt des Wassers nur Sauerstoff und Wasserstoff in den Brand hinein und dies vermehrt die Flamme, statt sie zu löschen.

Daß man durch Wasser gerade das Feuer befördern kann, das wissen schon viele Feuerarbeiter. Der Schmied, der Schlosser, der im Steinkohlenfeuer sein Eisen glühend macht, bespritzt die Steinkohlen mit Wasser, bevor er seinen Blasebalg zieht; denn die große Hitze, mit welcher die Steinkohle verbrennt, wenn recht viel Luft, also Sauerstoff dem Blasebalg entströmt, reicht hin, einen Theil des Wassers zu zersetzen und es in seine Bestandtheile zu zerlegen, die dem Feuer so günstig sind. Ja, diejenigen, die mit Koaks heizen, wissen auch schon, daß es gut ist, wenn sie nassen Koaks in den Ofen werfen, sobald nur das Feuer im Ofen recht weißglühend brennt, und so geschieht in der That schon theilweise eine Benutzung des Wassers als Feuerungs-Material; denn der nasse Koaks brennt wirklich besser, sobald er in einen Ofen geworfen wird, wo bereits der früher angezündete Koaks in vollster Flamme ist.

Auf diesem Prinzip beruhte eine Erfindung, die

man vor einigen Jahren in Nordamerika auszubeuten trachtete und von deren Gelingen bereits in den Zeitungen Vieles mitgetheilt worden. Im Allgemeinen beruhte sie darauf, daß man einen dünnen Wasserstrahl zwischen weißglühende Eisenplatten strömen läßt, deren Hitze nicht nur groß genug ist, das Wasser in Dampf zu verwandeln, sondern auch diesen Dampf so auszudehnen, daß die chemische Verbindung zwischen dem Wasserstoff und dem Sauerstoff des Dampfes aufgehoben wird. Hierdurch wird nun das Wasserstoffgas frei und durch eigne Vorrichtungen, die noch nicht bekannt sind, wird das Wasserstoffgas weiter geleitet, um zur Verbrennung zu dienen. — Die Hauptsache beruhte nicht auf der Herstellung des Wasserstoffgases, sondern auf der Art und Weise, wie dabei eine Verbindung des Eisens mit dem Sauerstoff verhütet wird, da eine solche Verbindung, bei welcher das Eisen sich in Rost verwandelt, die Herstellung des Wasserstoffgases vertheuern würde.

Es wurde von Berichterstattern behauptet, daß man mit dieser Erfindung bereits so weit sei, daß man hinlängliches Gas zur Heizung und Beleuchtung eines Zimmers für zehn Pfennige täglich herstellen könne, was in der That ganz außerordentlich billig wäre. Allein diese Art der Bereitung von Wasserstoff scheint sich nicht bewährt zu haben, da gegenwärtig von diesem Unternehmen nichts verlautet.

In England hat man den andern Weg zur Herstellung billiger Beleuchtung eingeschlagen, der eigentlich

der chemisch-elektrische ist und gerade nicht ganz zu unserm Thema gehört. Wir wollen jedoch der Wichtigkeit halber, die man dieser Entdeckung zugeschrieben, einen kurzen Abriß derselben unsern Lesern vorführen.

XXII. Von der Zerlegung des Wassers auf elektrischem Wege.

Schon seit langer Zeit sind die Naturforscher der Ansicht, daß Chemie und Elektrizität sehr nahe verwandt sind; in neuerer Zeit ist man sogar, wie wir im vorigen Bändchen gesehen, mit Recht auf den Gedanken gekommen, daß die chemische und elektrische Thätigkeit aus einer und derselben Kraft und Eigenschaft der Körper entspringen.

Um nun von der Zersetzung des Wassers in seine Grundbestandtheile zu sprechen, so haben wir bereits gezeigt, wie man diese Zersetzung auf chemischem Wege herstellen kann; wir wollen jetzt in möglichst faßlicher Weise zeigen, wie man dieselbe Zersetzung des Wassers auf elektrischem Wege bewerkstelligt.

Man nehme ein Stück Lampen-Zylinder und verschließe das eine offene Ende mit einem Stückchen Schweinsblase, so daß der Zylinder eine Art Becher bildet, in den man Wasser hineingießen kann. In diesen Becher stelle man ein Stück Zinkblech, woran man

ein Stück Kupferdraht angelöthet, oder sonst gehörig befestigt hat. Diesen künstlichen Becher mit dem Stück Zink darin stelle man in ein gewöhnliches Bierglas, setze aber auch in das Bierglas ein Stück Kupferblech, an welchem ebenfalls ein langer Kupferdraht befestigt ist.

Nun gieße man in den künstlichen Becher und in das Bierglas eine Partie Wasser, so daß sie beide fast voll sind. Wenn das geschehen ist, gieße man in den künstlichen Becher, worin das Zinkblech steht, ein wenig Schwefelsäure, und in das Bierglas, worin das Kupferblech steht, werfe man etwas Kupfervitriol.

In diesem sehr billig herzustellenden Apparat besitzt man eine elektrisch-galvanische Maschine. Mit solchen Apparaten kann man galvanische Versilberungen, galvanische Vergoldungen bewerkstelligen; solche Apparate werden zur elektrischen Telegraphie benutzt und zugleich kann man mit diesen bedeutende chemische Wirkungen hervorbringen. Wir haben bereits über diesen Apparat unsern Lesern weiteren Bericht abgestattet; für jetzt mag es genügen, darzuthun, daß man mittelst mehrerer solcher Maschinen im Stande ist, Wasser in seine zwei Bestandtheile zu zerlegen.

Wenn man nämlich die Enden der beiden Drähte in eine Tasse mit Wasser hineinlegt, ohne daß die Drähte sich berühren, so bewegt sich ein elektrischer Strom durch die Drähte und das Wasser; und dieser Strom hat die Eigenschaft, das Wasser in der Tasse chemisch zu zerlegen. Wenn man den einen Draht, der

an der Zinkplatte befestigt ist, den negativen Pol, und den Draht, der an der Kupferplatte befestigt ist, den positiven Pol nennt, so bemerkt man, daß an beiden Drähten, sobald sie im Wasser liegen, sich kleine Luftbläschen ansetzen, und fängt man diese Luftbläschen in kleinen geeigneten Apparaten besonders auf, so findet es sich, daß die am positiven Pol, also am Kupferende, reines Sauerstoffgas, während die am negativen Pol, am Zinkende, reines Wasserstoffgas sind.

Wollen wir uns eine bessere Einsicht in diesen interessanten Vorgang der Wasserzersetzung durch den elektrischen Strom verschaffen, so müssen wir uns vorstellen, daß das Wasser aus lauter kleinen Theilchen, Atomen, besteht, die selbst für die stärksten Vergrößerungen unsichtbar, dennoch wie das ganze Wasser aus Sauerstoff und Wasserstoff zusammengesetzt sind. Jedes einzelne Wasseratom enthält Sauerstoff und Wasserstoff, die einander wegen ihrer chemisch-elektrischen Verschiedenheit festhalten und zwar ist der Sauerstoff negativ, der Wasserstoff hingegen positiv elektrisch. Da nun positive und negative Elektrizität sich anziehen, haben sich auch die Atome des Sauerstoffs mit den Atomen des Wasserstoffs verbunden und bilden das Wasser. Diese Vorstellung haben wir bereits unseren Lesern in den früheren Bändchen vorgeführt und ausführlich dargelegt.

Wird nun ein elektrischer Strom wie in unserem Versuch durch das Wasser geschickt, so trifft derselbe an der Spitze des positiven Pols ein Wassertheilchen, das

negativen Sauerstoff und positiven Wasserstoff enthält. Es entsteht nun eine Art Kampf zwischen der positiven Elektrizität der Polspitze und dem positiven Wasserstoff, die beide das negative Sauerstofftheilchen an sich zu reißen streben. Wie überall in der Natur siegt auch hier die stärkere Kraft über die schwächere. Die Polspitze ist aber dem Wasserstoff gegenüber sehr im Vortheil, da ihr von der galvanischen Kette immer neue positive Elektrizität zugeführt wird, während der Wasserstoff immer dieselbe Kraft behält. Die natürliche Folge davon ist, daß die Polspitze bald viel mehr positive Elektrizität besitzt als der Wasserstoff, und diesem den negativen Sauerstoff entreißt.

So ist das erste Wassertheilchen zerlegt worden. Der Sauerstoff ist von der Polspitze angezogen und der positiv elektrische Wasserstoff ist frei geworden. Dieser eben freigewordene Wasserstoff liegt nun neben dem zweiten Wassertheilchen, das gleichfalls aus Sauerstoff und Wasserstoff besteht, und müßte frei und unverbunden entweichen. Aber hier kommt dem verlassenen Wasserstofftheilchen ein eignes Naturgesetz zu Hülfe und verschafft ihm bald einen Stoff, mit dem es eine Verbindung eingehen kann. Dieses Naturgesetz ist uns bereits bekannt und lautet: alle chemischen Stoffe, die eben erst aus einer Verbindung frei geworden, haben in diesem Momente des Entstehens eine viel größere Anziehungskraft als unter allen andern Verhältnissen. Der eben frei gewordene Wasserstoff hat demnach eine größere Anziehungskraft zu dem Sauerstoff des zweiten

Wassertheilchen, als der Wasserstoff, der bisher den Sauerstoff festgehalten. Daher kommt es, daß auch das zweite Atom Wasser zerlegt wird. Der Sauerstoff desselben verbindet sich mit dem freigewordenen Wasserstoff des ersten Wassertheilchen und sein Wasserstoff wird frei.

Der hier freigewordene Wasserstoff wendet sich nun zum dritten Wassertheilchen und zerlegt dieses ebenso, indem es sich mit dem Sauerstoff desselben verbindet und den Wasserstoff frei macht. In ähnlicher Weise wird das vierte, fünfte, sechste u. s. w. Wassertheilchen zerlegt. Der frei werdende Wasserstoff des vorhergehenden Theilchen verbindet sich mit dem Sauerstoff des nachfolgenden zu einem neuen Atom Wasser und Wasserstoff wird immer frei, um das nächstliegende Wassertheilchen zu zersetzen.

Dies interessante Spiel von Zerlegen und Verbinden geht nun durch das ganze Wasser vor sich bis zu dem Wassertheilchen, das an der negativen Polspitze der galvanischen Kette liegt. Wird auch dies Wassertheilchen, das wir das letzte in der Reihe nennen wollen, zerlegt und sein Wasserstoff frei, so wendet sich dieser frei gewördene positiv elektrische Wasserstoff nicht zu einem neuen Wassertheilchen, sondern legt sich an die negative Polspitze, die mehr Elektrizität hat als der Sauerstoff des Wassers und es daher auch stärker anzieht.

So sehen wir, wie der elektrische Strom am positiven Pol ein Atom Sauerstoff, am negativen Pol

ein Atom Wasserstoff anzieht und aus ihrer chemischen Verbindung frei macht. Je länger der elektrische Strom durch das Wasser geleitet wird, desto mehr Atome Sauerstoff sammeln sich am negativen Pol und desto mehr Atome Wasserstoff werden vom positiven Pol angezogen. Sie entweichen dann an den betreffenden Stellen in Form kleiner Luftbläschen, die am Zinkpol aus Wasserstoff und am Kupferpol aus Sauerstoff bestehen.

Es läßt sich nun denken, daß ein ganzes System von solchen Apparaten hinreichen würde, große Massen Wasser zu zersetzen, und somit hätte man wieder einen Weg, Licht und Wärme aus dem Wasser herzustellen.

Allein auch hier sind die Kosten viel zu hoch, um diesen Weg praktisch zu machen. Denn das Zinkblech, das in der verdünnten Schwefelsäure steht, geht dabei verloren, indem es, ganz wie in der Flasche, die wir bereits kennen, sich in das werthlose schwefelsaure Zinkoxyd verwandelt. Nur wenn man einen solchen elektrischen Strom billig erzeugen kann, nur dann wäre die elektrische Wasserzersetzung eine große Wohlthat. — Diese große Aufgabe haben sich mehrere Engländer gestellt, und von Zeit zu Zeit hört man die Versicherung, daß dieselbe ihnen zum Theil gelungen sei.

Der elektrische Apparat hat aber, wenn er stark genug ist, noch eine besondere wunderbare Eigenschaft, und die besteht in Folgendem: Wenn man zwei zugespitzte Stückchen Kohle auf die Drahtenden steckt und sie aneinander bringt, so entsteht zwischen ihnen ein

glänzendes Licht, das man das elektrische Licht nennt, welches so außerordentlich stark leuchtet, daß man es Meilen weit sehen kann.

Die schöne Erscheinung des elektrischen Lichtes wird oft für Geld gezeigt, ist aber auch nur für ganz besondere Zwecke praktisch und zwar ebenfalls, weil zu viel Zink dabei verloren geht.

Wenn man nämlich auf andere Weise kein so helles Licht wie das elektrische erzeugen kann — und für Leuchtthürme z. B. ist die Helligkeit sehr wichtig — oder wenn man, wie bei Bauten unter Wasser, die gewöhnlichen Beleuchtungsmaterialen nicht anwenden kann, weil der zum Brennen erforderliche Sauerstoff fehlt, da ist die Benutzung des elektrischen Lichtes vortheilhaft und unersetzlich. Für alle übrigen Fälle aber ist die Elektrizität als Beleuchtungsmaterial zu theuer.

In neuester Zeit hat man zwar in England statt des Zinks Eisen angewendet, und ein Chemiker hat die Entdeckung gemacht, daß man dieses verloren gehende Eisen zur Herstellung vorzüglicher Farben benutzen und also verwerthen kann. Aber auch diese Methode hat sich praktisch nicht bewährt.

XXIII. Etwas vom Stickstoff.

Wir wollen nunmehr einen neuen chemischen Stoff kennen lernen, der in der Natur, und namentlich in unseren Nahrungsstoffen eine große Rolle spielt.

Dieser neue Stoff heißt: Stickstoff.

Wie sieht wohl eine Flasche voll Stickstoff aus? Was hat der Stickstoff für Geruch? was für Farbe?

Der Stickstoff ist von Ansehen weder vom Sauerstoff, noch vom Wasserstoff zu unterscheiden. Der Stickstoff ist eine Luftart, die ganz wie die gewöhnliche Luft aussieht, denn die gewöhnliche Luft besteht eben zum größten Theil aus Stickstoff. Eben so wenig hat der Stickstoff einen Geruch oder irgend welche Farbe, und doch werden wir bald sehen, daß seine chemischen Verbindungen sowohl mit dem Sauerstoff wie mit dem Wasserstoff ganz merkwürdige Flüssigkeiten herstellen, die zu den eindringlichsten und schärfsten gehören, die die Chemie hervorbringen kann.

Man kann sich außerordentlich leicht ein Glas voll Stickstoff herstellen. Unsere Luft besteht nämlich aus einem Gemisch von einem Theil Sauerstoff und vier Theilen Stickstoff, oder genauer: in hundert Kubikfuß Luft sind immer 21 Kubikfuß Sauerstoffgas und 79 Kubikfuß Stickstoffgas enthalten. Man braucht daher nur aus einem mit Luft gefüllten Gefäß den Sauerstoff fortzunehmen, so bleibt in demselben nur der Stickstoff übrig.

Wenn man daher auf einem flachen Teller mit Wasser einen breiten Pfropfen schwimmen läßt und auf diesen ein Stück Schwamm hinlegt, das mit Spiritus getränkt ist, so braucht man nur den Schwamm anzuzünden und ein Bierglas umgekehrt über den Pfropfen in den Teller hineinzustellen, um sofort ein Schauspiel eigner Art zu haben.

Die Luft, die im Glase war, bestand aus einem Theil Sauerstoff und vier Theilen Stickstoff. Der Spiritus aber, der im innern Raum des Glases eine kurze Zeit brennt, verbindet sich dabei mit dem einen Theil Sauerstoff, der im Glase ist, so daß nur die vier Theile Stickstoff in demselben übrig bleiben. Da aber nun ein Fünftel der Luft im Glase verzehrt ist, so wird man bald bemerken, daß das Wasser im Glase zu steigen anfängt und gerade ein Fünftel vom Raum des Glases sich mit Wasser füllt. Sobald dies geschehen ist, erlischt die Flamme des Schwammes, selbst wenn noch unverbrannter Spiritus daran ist, und zeigt uns, daß in der übrig gebliebenen Luft des Glases eine Verbrennung nicht mehr möglich ist.

Bringt man durch irgend welche Vorrichtung ein Thier in den Raum dieses Glases, so erstickt es in demselben ganz in der Zeit, als wenn im Glase gar keine Luft wäre. Die Luft, die jetzt im Glase ist, ist also nicht zur Athmung brauchbar, und weil die Thiere in solcher Luft ersticken, nennt man diese Luftart Stickstoff.

Vergleichen wir nun einmal die drei Luftarten oder

die chemischen Stoffe, die wir jetzt kennen gelernt haben, mit einander, so finden wir Folgendes.

Der Sauerstoff an sich ist keine brennbare Luft; aber er befördert die Verbrennung, d. h. es verbrennen die Körper lebhafter, wenn sie in Sauerstoff gebracht werden. Das Wasserstoffgas befördert die Verbrennung nicht und ein brennender Körper, der in ein Gefäß mit Wasserstoffgas gebracht wird, erlischt; aber das Wasserstoffgas selber ist brennbar und brennt, wenn es in der Luft angezündet wird. Der Stickstoff dagegen ist weder brennbar, noch brennen die Körper fort in einem Gefäße mit Stickstoff.

Man kann sich den Stickstoff auch auf anderem Wege bereiten. Wenn man in eine Flasche ein wenig Wasser gießt, sodann eine Stange Phosphor an einem Pfropfen befestigt und mit diesem Pfropfen die Flasche so zustöpselt, daß die Stange Phosphor in die Flasche hinabhängt, so braucht man diese Flasche nur an 24 Stunden stehen zu lassen, um in derselben reines Stickstoffgas zu haben. Die Erklärung dieser Erscheinung ist folgende: In der Flasche befand sich gewöhnliche Luft, d. h. eine Mischung von vier Theilen Stickstoff und einem Theil Sauerstoffgas. Der Phosphor aber hat eine große Neigung, sich chemisch mit Sauerstoff zu verbinden; dies geschieht, wenn der Phosphor nicht erhitzt wird, sehr langsam, so daß etwa erst in vierundzwanzig Stunden aller vorräthige Sauerstoff sich mit Phosphor verbunden hat. Hieraus entsteht in der Flasche zwar ein neuer Stoff, die Phosphorsäure; aber

diese Phosphorsäure, die wie ein weißer matt leuchtender Nebel aussieht, verbindet sich mit dem Wasser, das auf dem Boden der Flasche ist, und in der Flasche selber bleibt nur reiner Stickstoff übrig.

Der Stickstoff ist in der Natur außerordentlich stark verbreitet, da schon vier Fünftel der Luft aus Stickstoff bestehen; in den Pflanzen und Thieren bildet dieser Stoff das Hauptnahrungsmittel, denn nur stickstoffhaltige Speisen vermögen Fleisch hervorzubringen. Es ist dieser Stoff aber ganz eigenthümlich in seinen Verbindungen, und deshalb wollen wir ihn jetzt etwas näher betrachten.

XXIV. Die chemische Trägheit des Stickstoffes und deren wohlthätige Folgen.

Das eigenthümliche chemische Verhalten des Stickstoffs besteht darin, daß er so gut wie gar keine Lust hat, sich mit irgend einem Körper zu verbinden.

Wir wissen, daß feucht gewordenes Eisen eine große Neigung hat, sich mit dem Sauerstoff der Luft zu verbinden, und aus dieser Verbindung entsteht der Rost. Desgleichen haben viele Metalle die Neigung, Verbindungen mit Sauerstoff einzugehen. Einzelne von ihnen sind sogar so kräftig in dieser Neigung, daß sie sich den Sauerstoff herausholen aus andern Körpern, mit denen er bereits verbunden ist. — Ebenso giebt es

Luftarten, die Lust haben, sich mit Wasserstoff zu verbinden, obgleich dies schon schwieriger vor sich geht. Der Stickstoff dagegen ist ein höchst gleichgültiger Stoff, der nur unter ganz besonderen Umständen dazu gebracht wird, eine chemische Verbindung mit andern Stoffen einzugehen.

Für das Leben der Menschen und Thiere ist dieser Umstand von der höchsten Wichtigkeit. Wir athmen in einemfort Luft ein und benutzen eigentlich nur das eine Fünftel Sauerstoff, das darin ist; die vier Theile Stickstoff aber, die wir bei dieser Gelegenheit mit in unsere Lungen aufnehmen, würden, wenn im Stickstoff eine Neigung vorhanden wäre, sich chemisch zu verbinden, eine wesentliche Störung in unserem Körper verursachen; so aber, da der Stickstoff so träge ist, wird er wieder aus unserm Körper entfernt, ohne irgendwie eine Rolle darin zu spielen.

Seine Anwesenheit in der Luft hat aber den Vortheil, daß wir mit jedem Athemzuge nur eine kleine Portion Sauerstoff aufnehmen, wodurch die Lebensthätigkeit in uns gemäßigt und geregelt wird. Denn da der Sauerstoff, den wir einathmen, eine Verbindung mit dem Kohlenstoff unseres Körpers eingeht, wodurch eine Art langsamer Verbrennung im Körper stattfindet, welche die Leibeswärme erzeugt, so läßt es sich leicht denken, daß das Athmen von viel Sauerstoff einen höheren Hitzegrad und eine größere Thätigkeit des Lebens hervorrufen müßte, als für die Erhaltung unseres Körpers gut ist. — Der Stickstoff bewirkt also in der

Luft eine Verdünnung des Sauerstoffs, die für den gesunden Athem nothwendig ist.

Wir haben es bereits gesagt, daß der Stickstoff in der Luft mit Sauerstoff gemischt ist; wir müssen dies jetzt besonders hervorheben, um den Irrthum zu meiden, diese Mischung als eine chemische Verbindung anzunehmen. Wir nehmen hierbei die Gelegenheit wahr, auf den wichtigen Unterschied einer chemischen Verbindung und einer bloßen Mischung aufmerksam zu machen.

Wir haben es bereits an einer anderen Stelle bei Besprechung der Diffusion flüssiger Körper angedeutet, daß bei den Mischungen, dem gleichmäßigen Vertheilen zweier verschiedener Stoffe in einander, eine gewisse Anziehungskraft wirksam ist, die sich zwischen den einzelnen Theilchen der verschiedenen Stoffe äußert und mit der chemischen Anziehungskraft große Aehnlichkeit hat. Hier wollen wir uns den Unterschied klar machen, der nichtsdestoweniger zwischen Mischungen und chemischen Verbindungen besteht.

Wenn man Milch in den Kaffee schüttet, so ist das eine Mischung, die man vorgenommen. Es verändert sich hierdurch weder die Natur der Milch noch des Kaffees. Die Farbe, der Geschmack und alle sonstigen Eigenschaften der Mischung, Milch-Kaffee, sind ein Mittelding zwischen Farbe, Geschmack und Eigenschaften der reinen Milch und des reinen Kaffees. Nimmt man zur Mischung mehr Milch als Kaffee, so nähern sich die Eigenschaften des Gemisches mehr denen der reinen Milch, gießt man mehr Kaffee zu, so wird das Gemisch dem reinen Kaffee

ähnlicher. Gleichwohl existirt eine Anziehung zwischen den kleinsten Milch- und Kaffeetheilchen, welche ein gleichmäßiges Durchdringen dieser beiden Flüssigkeiten möglich macht. In der Mischung finden wir überall gleichviel Kaffee- und gleichviel Milchtheilchen.

Schüttet man Wasser zu Schwefelsäure, so erhält man gleichfalls eine Mischung. Die Eigenschaften des Gemisches setzen sich wieder zusammen aus den Eigenschaften des Wassers und der Schwefelsäure. Nimmt man viel Wasser und wenig Schwefelsäure, so gleicht die Mischung in ihren Eigenschaften mehr dem reinen Wasser, setzt man mehr Schwefelsäure zu, so wird das Gemisch der reinen Schwefelsäure ähnlicher. In dieser Mischung üben aber die Atome des Wassers und der Schwefelsäure schon eine sehr bedeutende Anziehung aufeinander aus. Man erkennt dies daran, daß nach dem Hineinschütten des Wassers in die Schwefelsäure ein hoher Grad von Hitze entsteht. Die zusammengegossenen Flüssigkeiten, von denen jede vorher kalt war, werden so heiß, daß oft das Glasgefäß, worin sie sich befinden, entzweispringt, wie wenn man heißes Wasser plötzlich in ein kaltes Gefäß gießt. Noch deutlicher zeigt sich die starke Anziehung der Schwefelsäuretheilchen und der Wassertheilchen gegen einander in folgendem Umstand.

Wenn man genau ein Quart Wasser und ein Quart Schwefelsäure zusammengießt, so sollte man glauben, daß sie beisammen zwei Quart Flüssigkeit ausmachen müßten, das ist aber nicht der Fall Sie geben zusammengegossen weniger als zwei Quart. Es geht daraus her-

vor, daß die Wasseratome und die Schwefelsäureatome näher aneinander rücken, sich verdichten, daß ihre Anziehung größer ist, als die der Wassertheilchen allein und die der Schwefelsäuretheilchen allein unter sich ist.

Trotz dieser sehr starken Anziehung der Schwefelsäure- und Wasseratome bilden sie aber nur eine Mischung, weil sie dieselben Eigenschaften behalten; weil die Eigenschaften des Gemisches sich immer mehr den Eigenschaften des Bestandtheils nähern, der in größerer Menge zugegen ist.

Setzt man aber zur Schwefelsäure statt gewöhnlichen Wassers Kalkwasser zu, das eben so klar und hell aussieht wie Wasser, so beobachtet man eine eigene Erscheinung. Die Flüssigkeit wird trübe, undurchsichtig und es setzt sich am Boden des Gefäßes ein weißes Pulver nieder. Dieses Pulver ist schwefelsaurer Kalk, eine chemische Verbindung zwischen Schwefelsäure und Kalk, die als Gyps viel im Leben vorkommt. Offenbar ist hier etwas ganz Anderes vor sich gegangen als bei den Mischungen. Aus den beiden klaren Flüssigkeiten hat sich ein weißes Pulver gebildet, das keine Spur von den Eigenschaften zeigt, die beide Flüssigkeiten vor ihrer chemischen Verbindung hatten. Ob in dem Gypspulver mehr Schwefelsäure oder mehr Kalk enthalten ist, hat auf die Eigenschaften des Gypses keinen Einfluß. Er wird hierdurch weder der Schwefelsäure noch dem Kalkwasser ähnlicher. Die beiden Flüssigkeiten sind nach ihrem Zusammengießen etwas ganz anderes geworden.

Und das ist das Wesentliche der chemischen

Verbindung, das sie von der bloßen Mischung unterscheidet.

Wenn wir nun sagen, daß die gewöhnliche Luft aus Stickstoff und Sauerstoff besteht, so verstehen wir nicht darunter, daß sie eine chemische Verbindung ausmacht, sondern daß sie nur eine bloße Mischung dieser beiden Luftarten ist. Wie ganz anders aber eine chemische Verbindung von Sauerstoff und Stickstoff ist, wie sich in einer solchen chemischen Verbindung etwas ganz Neues bildet, das nicht die mindeste Aehnlichkeit mehr mit beiden Stoffen hat, das werden uns die Leser schon glauben, wenn wir ihnen sagen, daß diese Verbindung nichts anderes, als die scharfe brennende Salpetersäure ist.

Wir wollen jetzt über einige merkwürdige Stickstoff-Verbindungen ein Näheres mittheilen.

XXV. Merkwürdige Verbindungen des Stickstoffs.

Mit beiden Stoffen, die wir bereits kennen, mit dem Sauerstoff und dem Wasserstoff, geht der Stickstoff eine Verbindung ein, die jede in ihrer Art merkwürdig ist.

Stickstoff und Sauerstoff bilden, wie wir bereits erwähnt haben, die Salpetersäure, eine sehr scharfe, brennende Flüssigkeit. Stickstoff und Wasserstoff bilden das in anderer Weise eben so scharfe Ammoniak, dessen eindringlicher Geruch wohl Jedem bekannt ist.

Wie aber bringt man den Stickstoff, der so träge und gleichgültig ist, dazu, eine chemische Verbindung einzugehen?

Es geschieht auf eigenthümliche Weise, die einen tiefen Blick in die Natur der Chemie thun läßt.

Wir wissen, daß zwei Stoffe, die einmal chemisch verbunden sind, sich mit einer gewissen Kraft festhalten; wenn aber zu ihnen ein neuer Soff gebracht wird, der eine kräftigere Neigung hat, sich mit einem der verbundenen Stoffe zu verbinden, so verläßt der bereits verbundene Stoff seine alte Verbindung und geht eine neue ein, wobei der zweite Stoff frei wird. Um dies deutlich zu machen, erinnern wir nochmals an das Kalium-Metall, das man in einen Teller mit Wasser wirft. Das Kalium-Metall hat größere Neigung zum Sauerstoff des Wassers, es reißt aus dem Wasser den Sauerstoff an sich und dadurch wird der Wasserstoff des Wassers frei. —

Man kann sich hierbei die Vorstellung machen, als ob im Wasser eine Art Ehe zwischen dem Sauerstoff und dem Wasserstoff stattgefunden hätte; das Kalium aber ist der Friedensstörer, der dazu kommt und nicht nur diese Ehe trennt, sondern auch mit dem einen Gatten, dem Sauerstoff, eine neue Ehe eingeht, während der andere Gatte, der Wasserstoff, auf und davon ziehen muß.

Man sollte nun glauben, daß dem Wasserstoff, dem die Ehe eben so schlecht bekommen ist, lange Zeit braucht, ehe er wieder Lust hat, eine zweite Verbindung, eine zweite

Ehe einzugehen. Das ist aber nicht der Fall. Es findet gerade das Gegentheil statt. Läßt man dem Wasserstoff Zeit, so geht er durchaus nicht leicht in eine neue Verbindung ein. Bietet man ihm aber im Augenblick, wo er erst frei wird, sogleich einen Stoff dar, mit dem er sich verbinden kann, so geht er diese neue Verbindung sehr begierig ein.

Hieraus kann man ein wichtiges chemisches Gesetz kennen lernen, das folgendermaßen lautet: Ein chemischer Stoff hat im Augenblick, wo er eben erst aus einer alten Verbindung verdrängt wird, die größte Lust, sich mit einem andern Stoff zu verbinden. Diese Lust ist gerade in diesem Augenblick so stark, daß er zugreift und die Verbindung eingeht, selbst wenn er sonst wenig Neigung zu solcher Verbindung hat.

Diese besondere Lust wendet man auch an, um den trägen Stickstoff zu neuen Verbindungen zu bringen. Das heißt, man lauert ihm auf und bietet ihm gerade in demjenigen Augenblick eine neue Ehe an, wo er eben erst aus der alten Ehe vertrieben worden ist; und der träge verbindungs-unlustige Stickstoff geht in die Falle und verbindet sich mit einem neuen Stoff.

Dieser Umstand ist so wichtig, daß man ihm einzig und allein es zu verdanken hat, daß sowohl das so wichtige Ammoniak, wie die in der Fabrikation so werthvolle Salpetersäure so billig zu haben sind. Sowohl bei der Herstellung des Ammoniaks, wie bei der Herstellung der Salpetersäure benutzt man den Moment, wo der Stickstoff eben frei wird. Man bringt ihm eben erst frei gewor-

denen Wasserstoff zu, um ihn sofort zu einer Verbindung zu zwingen, die Ammoniak bildet, und ebenso bringt man dem eben erst frei gewordenen Stickstoff einen Theil Sauerstoff zu, um im günstigen Augenblick Salpetersäure bilden zu lassen.

In derselben Weise bildet sich auch das Ammoniak, welches der Luft stets in kleinen Mengen beigemischt ist und bei der Ernährung der Pflanzen eine große Rolle spielt. Es werden nämlich beim Verbrennen und Verwesen thierischer Körper, die außer andern Stoffen auch viel Stickstoff und Wasserstoff enthalten, diese beiden Luftarten gleichzeitig frei und verbinden sich in diesem Moment des Freiwerdens zu Ammoniak, das sich der Luft beimischt.

Man wird es nun erklärlich finden, wenn die gewöhnliche Luft, welche die Bestandtheile der so gefährlichen Salpetersäure enthält, nicht diesen Stoff bildet. In unserer Luft sind Stickstoff und Sauerstoff nur gemischt neben einander und der träge Stickstoff verhütet, daß eine chemische Verbindung der Stoffe stattfindet. Wäre dies nicht der Fall, so würde das Leben in der Luft unmöglich sein. Die Erde wäre auch dann nicht von einer Hülle der Luft, sondern von einem Meer Salpetersäure umgeben.

Gleichwohl hat man die Entdeckung gemacht, daß man unter Umständen die gewöhnliche Luft in Salpetersäure umwandeln kann.

Wenn man nämlich eine krummgebogene Glasröhre wie ein umgekehrtes lateinisches U aufstellt, so daß es

etwa diese Form hat (∩), und die beiden geraden Stücke dieser Röhre derart mit Quecksilber füllt, daß sie oben in dem Bogen durch eine Schicht Luft getrennt sind, so braucht man nur einen elektrischen Funken aus einer Elektrisirmaschine von der einen Quecksilbersäule in die andere überschlagen zu lassen, um einen Theil der zwischen ihnen befindlichen Luft in wirkliche Salpetersäure zu verwandeln.

Die Erklärung dieser schon längst bekannten Erscheinung war erst möglich, nachdem von Schönbein das Ozon entdeckt war. Das Ozon hat nämlich zu allen Stoffen eine viel größere Anziehungskraft als der unveränderte Sauerstoff und verbindet sich mit Stoffen, gegen die dieser ganz gleichgültig ist. So verbindet sich das Ozon auch leicht mit dem Stickstoff, mit welchem der Sauerstoff nur im Momente des Freiwerdens sich vereint. Beim Ueberschlagen eines elektrischen Funkens wird aber bekanntlich ein Theil des Sauerstoffs der Luft in Ozon verwandelt. Dieses Ozon findet nun in der Luft Stickstoff und bildet mit diesem Salpetersäure.

Das Ueberschlagen eines elektrischen Funkens durch unsere Luft ist nun keine seltene Erscheinung. Bei jedem Gewitter entleert sich ein Theil der Elektrizität als Blitz, der nichts anderes ist, als ein solcher elektrischer Funke. Hierbei verwandelt sich etwas Sauerstoff in Ozon, das theilweise mit dem vorhandenen Sauerstoff Salpetersäure bildet. Die Salpetersäure findet weiter in der Luft Ammoniak vor, und es entsteht somit bei jedem Gewitter etwas salpetersaures Ammoniak, das vom Gewitterregen

mitgerissen und der Erde zugeführt wird. Das salpetersaure Ammoniak ist aber für die Pflanzen ein sehr wichtiges Nahrungsmittel. Da dieses nun durch das Gewitter gebildet und den Pflanzen zugeführt wird, so erklärt sich hieraus zum Theil wenigstens der günstige Einfluß, den ein tüchtiger Gewitterregen im Sommer auf das Wachsthum der Pflanzen so augenfällig ausübt.

Durch diese höchst interessante Erscheinung sieht man wieder, wie innig die elektrische und die chemische Kraft mit einander verwandt sind, und wie richtig und wichtig die Vermuthung ist, daß beide Naturkräfte einer und derselben Quelle entspringen.

XXVI. Was ist Kohlenstoff?

Wir haben bis jetzt drei der wichtigsten chemischen Stoffe kennen gelernt, den Sauerstoff, den Wasserstoff und den Stickstoff. Wir wollen jetzt noch einen vierten näher betrachten, denn diese vier sind die Hauptstoffe der lebendigen Welt, während alle übrigen nur verhältnißmäßig eine geringere Rolle dagegen spielen.

Der vierte chemische Grundstoff heißt: Kohlenstoff.

Während die drei ersten Stoffe zwar allenthalben verbreitet, aber nirgend in der Natur rein, d. h. unvermischt und unverbunden mit andern Stoffen gefunden werden, findet sich der Kohlenstoff schon in der Natur rein vor.

Die ersten drei Stoffe sind im unverbundenen Zustande bloße Luftarten, und durch keine Kunst oder Naturkraft ist es gelungen, eine dieser Luftarten so zusammenzupressen, daß sie zur Flüssigkeit oder gar zu einem festen Körper werde. Bei dem vierten Stoff ist das grade Gegentheil der Fall. Den Kohlenstoff kann man unvermischt weder in eine Flüssigkeit noch gar in eine Luftart verwandeln. Er ist der feste Stoff, und für den jetzigen Stand der Wissenschaft gewissermaßen der feste Bau der Dinge, oder, um es bildlich auszudrücken, das Gerüst der lebendigen Welt.

Wir wollen uns deutlicher darüber erklären.

Es giebt viele Gasarten, die sich, wenn man sie zusammenpreßt oder durch Kälte zusammenpressen läßt, in Flüssigkeiten verwandeln. Beispielsweise ist dies mit Chlor der Fall. Chlor ist ein gasförmiger Grundstoff von grünlich gelber Farbe. Es ist, wie wir bereits erwähnt haben, der eine Grundstoff unseres gewöhnlichen Kochsalzes. Wenn man Chlorgas so zusammenpreßt, daß es nur den fünften Theil des Raumes einnimmt, so verwandelt sich das Gas in eine Flüssigkeit, die wie grüngelbes Wasser aussieht. — Merkwürdig ist es bei dieser Flüssigkeit, daß man sie nicht wie viele andere Flüssigkeiten gefrieren lassen und so in einen festen Körper, in Chlor-Eis verwandeln kann. Sie bleibt in der höchsten Kälte immer eine Flüssigkeit, ja, so wie man mit der Pressung nachläßt, verwandelt sich diese Chlorflüssigkeit wieder in Gas.

Man sieht, es ist ein gewisser Eigensinn in der

Natur der Stoffe, und dieser Eigensinn ist beim Sauer-, Wasser- und Stickstoff insofern noch größer, als diese Luftarten durch keine Gewalt, weder der Pressung noch der Kälte, in Flüssigkeiten umgewandelt werden können.

Bei andern Stoffen ist dies wieder nicht der Fall. Es giebt viele feste Stoffe, wie Schwefel, Blei, Zinn, Eisen, Kupfer, Silber, Gold u. s. w., die in der gewöhnlichen Wärme fest sind. Durch Hitze kann man sie in Flüssigkeiten verwandeln, d. h. man kann sie schmelzen. Erhitzt man sie noch weiter, so verwandeln sie sich in eine Luftform oder sie werden zu Dampf.

Anders aber ist es mit dem Kohlenstoff. Er ist und bleibt eben so eigensinnig fest, wie die drei ersten Stoffe eigensinnig gasförmig sind und bleiben.

Wir werden später sehen, daß die ganze lebende Welt, die Welt der Pflanzen und der Thiere, aus diesen vier Stoffen, aus Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff, zusammengesetzt ist, aus diesen eigensinnigen Stoffen, die all' unserer Kunst, sie aus ihrer ursprünglichen Gestalt zu verwandeln, so viel Widerstand leisten, und wir wollen es nur jetzt sagen, daß dieser Umstand sicher nicht bedeutungslos ist, wenn man bedenkt, daß die menschliche Kunst, die Chemie, die in der todten Natur so wundervolle Resultate erlangt hat, gerade in der lebenden Natur nichts aus den Urstoffen herstellen kann. Die Chemie kann alles Leblose, das die Natur schafft, künstlich nachmachen, wenn sie dazu die Urstoffe erhält. Dahingegen vermag die Chemie auch nicht die kleinste Pflanze oder das geringste Thierchen zu machen,

selbst wenn man dem Chemiker die Stoffe, aus denen sie bestehen, in Hülle und Fülle darbietet. — Ja, diese Stoffe sind so eigensinnig, daß sie gar nicht von Menschenkunst aus ihrer ursprünglichen Gestalt herauszubringen sind. — Es ist — sagen wir — sicherlich nicht ohne Bedeutung, daß die Natur gerade diese eigensinnigsten Stoffe zu den Bausteinen der lebenden Welt gemacht hat! —

Doch, wir müssen zu unserm Thema zurück, und wollen vor Allem einmal den Kohlenstoff selber näher kennen lernen.

Kohlenstoff ist die bekannte Kohle, die Holzkohle, die Knochenkohle, die Braunkohle, die Steinkohle, der Lampenruß, der Ruß im Schornstein; all' dies ist in seinen Hauptheilen Kohlenstoff, der mehr oder weniger mit einigen fremden Stoffen gemischt ist. Schon hieraus kann man sehen, daß der Kohlenstoff eigentlich aus der Pflanzen- und Thierwelt entnommen ist. Vielleicht giebt es überhaupt keinen Kohlenstoff, der nicht ehedem der Pflanzen- oder Thierwelt angehört hat; die Braunkohle und Steinkohle sind in der That nichts, als der Ueberrest vorweltlicher Pflanzen.

Indessen giebt es in der Natur zwei Sorten reinen Kohlenstoffs, der gar nicht so aussieht, als ob er jemals aus der lebenden Welt entnommen wäre, und dies ist der Graphit und der Diamant.

Beide Stoffe kennt wohl Jedermann, wenn sie auch nicht Jedermann besitzt. Der Graphit ist das Schwarze in den Bleifedern, das wie Metall aussieht und von Vie-

len als eine Art Blei angesehen wird. Der Diamant ist der Schmuck des glanzsüchtigen Reichthums, dessen Besitzer oft nicht ahnen, daß sie mit Stolz ein Ding als Zierde tragen, dessen Natur durchaus nicht verschieden ist von dem Ruß, den der Schornsteinfeger an sich trägt.

Wir wollen im nächsten Abschnitt den Kohlenstoff noch etwas näher kennen lernen.

XXVII. Kohle und Diamant.

Man kann so recht am Kohlenstoff sehen, wie zwei Dinge, die ihrem Stoffe nach ganz gleich sind, dennoch in Gestalt, in Farbe, Eigenschaft und Gewicht ganz und gar von einander abweichen.

In Wahrheit ist der glänzende Diamant nichts als Kohlenstoff. Er ist seinem wirklichen Stoffe nach gar nichts anders, als die Holzkohle, die Braunkohle, die Steinkohle und der Graphit ist, und gleichwohl sieht der Diamant nicht nur anders aus als diese Kohlenstoff-Arten, sondern er ist auch mit andern Eigenschaften begabt, die ihm seinen Werth verleihen. Er ist der härteste Körper, den man besitzt; mit einer Kante des Diamants kann man bekanntlich Glas schneiden. Er hat die Eigenschaft, Lichtstrahlen, die er aufgenommen, nicht sofort wieder zu verlieren, wenn er in's Dunkle gebracht wird; er leuchtet vielmehr noch einige Zeit nach. End-

lich hat der Diamant die Eigenschaft, die Lichtstrahlen stärker als alle durchsichtigen Körper zu brechen, eine Eigenschaft, die ihm bedeutenden Werth verleiht; denn wenn einmal — was bisher noch nicht geschehen ist — irgend ein wahrer Fürst oder einsichtsvoller Millionär, statt einen Diamanten als blinkenden Schmuck zu tragen, ihn lieber hergeben würde, um aus demselben eine Linse für ein Mikroskop zu schleifen, so würde die Wissenschaft dadurch einen ungemein großen Gewinn haben, indem die stärkere Brechung des Lichts, die der Diamant hervorbringt, ungleich stärkere Mikroskope möglich macht. —

Und doch ist der Diamant nur Kohlenstoff, und seinem Stoffe nach nicht um das Geringste anders, als ein Stück Kohle!

Durch welches Ereigniß vermag sich aber die Kohle so merkwürdig zu verwandeln? — Hierauf giebt die Wissenschaft folgende Antwort.

Durch künstliches Feuer sind wir im Stande, alle Körper zu schmelzen. Selbst Kalk, der bisher als unschmelzbar erschien, schmilzt wie Wachs in der großen Hitze des Knallgas-Gebläses. Nur mit der Kohle ist dies nicht der Fall. Sie ist bisher noch nicht zum Zerschmelzen gebracht worden. — Desgleichen ist man im Stande, die meisten Körper in künstlich bereiteten Flüssigkeiten aufzulösen. So z. B. löst sich Platina oder Gold in Königswasser auf, Silber und Kupfer löst sich in Salpetersäure auf, andre Metalle in verdünnter Schwefelsäure; d. h. ein Stück Gold, Platina, Silber oder

Kupfer zergeht ganz und gar, wenn man es in eine geeignete Flüssigkeit hineinwirft, ähnlich wie Salz oder Zucker, das man in Wasser wirft. — Nur die Kohle will in gar keiner Flüssigkeit zerfließen. Sie löst sich durchaus nicht auf, mag man sie in noch so scharfe Flüssigkeiten hineinbringen. — Wäre man im Stande, Kohle zu schmelzen oder auch nur in einer Flüssigkeit aufzulösen, so wären wir im Stande, aus jeder Holzkohle Diamanten in Hülle und Fülle zu machen. Man brauchte eben nur die durch Hitze flüssig gewordene Kohle langsam abkühlen zu lassen, so würde sie zu einem Kohlenkrystall werden, und das eben ist ein Diamant; desgleichen könnte man die in einer Flüssigkeit aufgelöste Kohle durch geeignetes Verfahren herauskrystallisiren lassen und daraus Diamanten in beliebiger Zahl und Größe gewinnen. Der Unterschied zwischen einer gewöhnlichen Kohle und einem Diamanten besteht nur darin, daß die Kohle unkrystallisirter, der Diamant krystallisirter Kohlenstoff ist.

Die Möglichkeit ist vorhanden, daß die Wissenschaft es dahin bringt, Kohlen zu schmelzen oder aufzulösen, und dann werden alle Diamanten ihren Werth verlieren; für jetzt jedoch ist es noch nicht der Fall, und die Diamanten, die man in der Erde findet, sind nur dadurch entstanden, daß entweder eine unbekannte Flüssigkeit im Innern der Erde Kohlenstoff aufgelöst hat, oder, was wahrscheinlicher ist, daß die große Hitze, die tief im Innern der Erde herrscht, Kohlenstoff zum Schmelzen bringt, so daß daraus bei späterer langsamer Abkühlung

Krystalle entstehen, von denen einzelne durch Erdbeben oder durch Ströme, die aus dem Innern der Erde hervorstürzen, der Oberfläche der Erde nahe gebracht werden.*)

Genug, wenn wir wissen, daß der Diamant wissenschaftlich nur durch einige seiner Eigenschaften einen Werth erhält, dem Wesen nach aber für den Chemiker nur ein Stück krystallisirte Kohle ist.

Nachdem wir so den Kohlenstoff in seiner ursprünglichen Gestalt kennen gelernt haben, wollen wir einmal sein wunderliches Wesen betrachten, das er durch chemische Verbindungen annimmt, und die wichtige Rolle kennen lernen, die er in der Welt spielt.

XXVIII. Sonderbare Eigenschaften des Kohlenstoffs.

So eigensinnig der Kohlenstoff ist, wenn man ihn allein behandeln will, so gefügig ist er wenn man ihm andere Stoffe darbietet, mit welchen er sich verbinden kann. Ja, die eigentliche Holzkohle, die wir

*) In Paris ist es, den neuesten Zeitungsberichten nach, gelungen, durch die Hitze elektrischer Ströme Kohle in Diamantenstaub zu verwandeln. Nähere Angaben hierüber fehlen indessen noch.

täglich auf dem Heerd und im Ofen sehen, hat noch eine besondere Eigenschaft, die ihr großen Werth verleiht und der Grund interessanter chemischer Erscheinungen ist. — Diese Eigenschaft ist die Kraft, die die Holzkohle besitzt, Luftarten in sich einzusaugen und in sich zu verdichten.

Schon jede gewöhnliche Kohle, die in gewöhnlicher Luft liegt, saugt sich voll von dieser, und zwar in so hohem Grade, daß sie an fünfundzwanzig Mal so viel Luft einsaugt, als sie groß ist, d. h. ein Kubikzoll Kohle kann an fünfundzwanzig Kubikzoll Luft in sich aufnehmen. Die Luft, die in den kleinen Zwischenräumen der Kohle steckt, ist demnach fünfundzwanzig Mal dichter zusammengedrängt, als die gewöhnliche Luft. Es giebt aber Luftarten, die sie noch begieriger aufsaugt. Vom Ammoniakgas kann ein Stückchen Kohle neunzig Mal soviel in sich einsaugen, als das Stückchen Kohle groß ist.

Man kann sich nun denken, daß die Kohle ein sehr leichtes Mittel ist, gewisse Gase aus andern Stoffen zu entfernen. Daher ist es sehr wichtig, fauliges oder mit fremden Gasen gemischtes Wasser durch Kohlen zu filtriren, und deshalb werden auch die Fässer, in welchen man das Trinkwasser für Seereisende aufbewahrt, inwendig schwach verkohlt. Und dies ist für's Leben von großer Wichtigkeit. Denn für die Erhaltung der Gesundheit ist gutes Trinkwasser ebenso nothwendig wie reine Luft. Es ist aber ferner in der neuesten Zeit festgestellt, daß eine Reihe gefährlicher Krankheiten, wie

die Cholera und der Typhus, durch schlechtes, faulende Stoffe führendes Trinkwasser verbreitet werden. Es ist daher sehr anzuempfehlen, daß Jeder besonders zur Zeit, wenn jene Krankheiten herrschen, sein Trinkwasser durch ein Kohlenfilter, die man jetzt in den verschiedensten Größen verfertigt, reinige. Die Kohle entzieht dann dem Wasser seine schlechten Bestandtheile und macht es unschädlich.

Dieselbe Eigenschaft der Kohle ist es, die sie zum Entfärben und Reinigen vieler Stoffe so wichtig macht. Durch Filtriren durch frische Kohle wird Rothwein farblos, durch dasselbe Mittel bleicht man in Zuckersiedereien den braunen Syrup, kann man dem ordinären Branntwein den fuseligen Geschmack benehmen, und bairisch Bier verliert seinen bittern Hopfengeschmack, wenn es durch ein Tuch gegossen wird, worin sich Kohlen befinden. Daher ist auch gepulverte Kohle in Krankenzimmern vortheilhaft, da sie die schlechten Dünste in sich aufsaugt.

Zuweilen bringt die Auffaugungskraft der Kohle chemische Wirkungen hervor, die außerordentlich sind. In Pulverfabriken ist schon oft großes Unglück entstanden durch das Aufhäufen von Kohlenstoff, der in irgend einer Weise Wasserstoff und den Sauerstoff der Luft in sich aufgesaugt hatte und durch die Verdichtung der Luftarten die chemische Verbindung, also auch die Entzündung derselben erzeugte. Einen interessanten Versuch kann man anstellen, wenn man eine Kohle, die lange Zeit in einem Raum gelegen hat, wo Schwefel-

Wasserstoffgas enthalten war, nunmehr unter eine Glasglocke legt, die mit Sauerstoff gefüllt ist. Die Kohle nämlich, die schon viel von ersterem Gas in sich hat, saugt nun noch Sauerstoff in sich ein und bringt dadurch die beiden Gase so dicht an einander, daß sie sich chemisch verbinden und merkwürdige chemische Erscheinungen hervorbringen. Die Kohle fängt an sich zu erhitzen, indem sich der Schwefel-Wasserstoff entzündet und im Sauerstoff verbrennt. Dabei entsteht als Produkt dieser Verbrennung Wasser und Schwefelsäure. Aber auch dieser Versuch ist mit Gefahr verknüpft, denn es geschieht zuweilen, daß sich im Schwefel-Wasserstoff reines Wasserstoffgas befindet, daß dieses und der Sauerstoff sich zuerst mischen und dann sich erst als Knallgas entzünden, wodurch eine heftige Explosion entsteht.

Aus all' dem nehmen wir wahr, wie die Kohle schon in ihrer Beschaffenheit Eigenschaften besitzt, durch welche sie mit einer großen Begierde fremde Gase in sich ansammelt und chemische Prozesse vermittelt. Bringt man aber gar die Kohle selber mit in den chemischen Prozeß, so wird dieser Stoff, der sonst so ungefügig ist, im höchsten Grade geschmeidig und willig und läßt sich in Verbindung mit andern Stoffen sowohl in eine Luftart wie in eine Flüssigkeit und in einen festen Körper wieder verwandeln. Freilich hört er dann auch auf, Kohle zu sein, und ist nur eine kohlenstoffhaltige Verbindung; aber immerhin steckt doch die Kohle, die sich zu gar keiner Verwandlung bequemen wollte, drin.

Wir wollen nun in der Folge zeigen, wie Jeder-

mann schon viele tausend Mal im Leben die Kohle in eine Luftart verwandelt hat; wie man Kohle, wirkliche Kohle, theils trinkt, theils ißt; ja, wie der Mensch selber, von dem man bildlich sagt, er sei aus Erde geschaffen, eigentlich aus den drei bisher aufgeführten Luftarten besteht, die sich mit einer Portion Kohlenstoff chemisch verbunden haben.

XXIX. Einige Versuche mit Kohlensäure.

Wir haben gleich bei dem ersten Versuch mit dem Sauerstoff gesehen, daß Kohle in einem Gefäß mit Sauerstoff hell leuchtend brennt, und daß daraus eine Luftart entsteht, die eine Verbindung von Kohle und Sauerstoff ist und darum Kohlensäure genannt wird.

Wir sehen also auch schon hier, daß aus Kohle in Verbindung mit Sauerstoff eine Luftart wird.

Man darf sich das ja nicht so denken, als ob etwa die Kohle durch diesen Vorgang nur fein zertheilt wird in eine Art feinen Pulvers, und daß sie als solches im Sauerstoff herumschwimmt, sondern es ist wirklich in der Kohlensäure nicht eine Spur mehr von Sauerstoff noch von Kohle, sie sind beide vielmehr zu einem neuen Körper geworden, der gar keine Aehnlichkeit mehr mit den beiden ursprünglichen Stoffen hat.

Die Kohlensäure ist eine farblose Luftart, die man mit dem Auge nicht von gewöhnlicher Luft unterscheiden kann. Wenn man eine Flasche voll Kohlensäure besitzt, so kann man durch den Anblick nicht merken, daß man hier etwas besonderes vor sich hat. Die Flasche sieht aus, als ob sie mit gewöhnlicher Luft gefüllt wäre. Allein durch Versuche wird man sogleich bemerken, daß dies Kohlensäure ist. — Hält man z. B. einen brennenden Holzspahn hinein, so verlischt er sofort, zum Beweise, daß dies keine gewöhnliche Luft, und am allerwenigsten Sauerstoff ist. Nun könnte es immer noch Wasserstoff sein; aber man lasse die Kohlensäure ausströmen und versuche sie anzuzünden, so wird man merken, daß dies auch nicht Wasserstoff ist, denn dieser brennt ja, wenn er an der Luft angezündet wird. Freilich könnte dies noch Stickstoffgas sein, das gleichfalls weder selbst brennt, noch andere Körper brennen läßt, die in dasselbe hineingebracht werden. Allein ein zweiter Versuch wird bald das Eigenthümliche der Kohlensäure zeigen.

Man braucht nur ein wenig klares Kalkwasser, das man in Apotheken billig bekommen kann, in die Flasche zu schütten und sofort wird man bemerken, daß das Wasser trübe wird. Dies wird nicht der Fall sein, wenn in der Flasche Stickstoff ist.

Was aber geht mit der Kohlensäure und dem Kalkwasser vor?

Um sich das klar zu machen, muß man wissen, was denn eigentlich Kalk ist. Kalk ist ein eigenthüm-

liches Metall, das Calcium heißt, welches sich mit Sauerstoff verbunden hat.

Das Metall Calcium ist silberweiß und weich. Läßt man es an der Luft liegen, so zieht es den Sauerstoff der Luft an sich und wird hart, kreideartig, mit einem Wort, es wird Kalk daraus. Es läßt sich denken, daß man das Calcium-Metall nirgend rein in der Natur vorfindet, denn da allenthalben Luft ist, die Sauerstoff enthält, so verwandelt sich das Calcium immer in Kalk; man hat daher das Calcium erst künstlich aus Kalk herstellen müssen, und dies ist erst in diesem Jahrhundert gelungen, das überhaupt reich ist an chemischen Entdeckungen. — Genug, wir wissen, daß Kalk ein Metall ist, verbunden mit Sauerstoff. Wissenschaftlich nennt man den Kalk auch Calcium-Oxyd.

Der Kalk hat nun die Neigung, sich mit Kohlensäure zu verbinden, und wenn dies der Fall ist, wird aus dem Kalk ein neuer Stoff, der kohlensaure Kalk-Erde heißt oder im gewöhnlichen Leben Kreide genannt wird.

Ein Stückchen Kreide also ist ein Ding, das wunderbar genug zusammengesetzt ist, obgleich man es ihm gar nicht ansehen kann. Es besteht erstens aus einem Metall, Calcium, das sich mit Sauerstoff verbunden hat, sodann besteht es aus Kohle, die sich gleichfalls mit Sauerstoff verbunden hat. In der Kreide also steckt ein Stück Metall, ein Stück Kohle und eine ganze Masse Luft! — Wer in aller Welt würde darauf kommen, daß aus einem silberblanken Metall, aus einer

schwarzen Kohle und einer Flasche voll Luft ein Ding, wie die weiße Kreide, entstehen würde? Und doch ist es so, und man kann vor den Augen eines jeden Zweiflers die Kreide aus diesen Grundstoffen fabriziren. Ja, ohne einen dieser Stoffe würde nun und nimmermehr ein Stückchen Kreide in der Welt existiren. Ohne schwarze Kohle würde niemals weiße Kreide vorhanden sein.

Jetzt wird es Jedem klar werden, was denn eigentlich aus dem Kalkwasser, das man in die Flasche mit Kohlensäure gegossen, geworden ist. Es ist aus dem klaren Kalkwasser weißlich-trübes Kreidewasser geworden.

Und nun wollen wir jedem Leser, der sich dafür interessirt, zu einem Versuch rathen, der eben so einfach wie interessant ist. Man schütte ein Bierglas halb voll mit völlig klarem Kalkwasser; nun stecke man in das Wasser ein Glasröhrchen hinein und blase langsam in dasselbe, so daß das Wasser recht herumsprudelt. Man wird bald bemerken, daß das Wasser weißlich-trübe wird. — Woher kommt das? Daher, daß die Luft, die wir hineinblasen, aus unsern Lungen kommt, woselbst sie Kohlensäure geworden, die wir ausathmen müssen. Die Kohlensäure unseres Athems ist in's Wasser gekommen und hat aus dem Kalkwasser Kreidewasser gemacht.

XXX. Kleine Versuche und große Folgerungen.

Wir haben gesehen, daß wir mit dem Athmen unseres Mundes aus Kalk Kreide machen können.

Wie interessant dies auch für den Unkundigen sein mag, so ahnt er doch schwerlich, von welcher Bedeutung diese Thatsache für die Bildung großer Schichten unserer Erde ist.

Es befinden sich auf der Erde ganze Gebirge von Kreide und große Strecken von Kalklagern. Die neueren Untersuchungen haben gelehrt, daß sowohl die Kreide wie der Kalk nichts andres ist, als die Schalen unendlich kleiner Thiere, die dereinst gelebt, ähnlich wie unsere Schnecken, die in einem Kalkgehäuse leben. Vor vielen, vielen Jahrtausenden, ehe noch ein Menschengeschlecht oder das Thiergeschlecht, das jetzt auf ihr wandelt, die Erde bevölkert hatte, war sie von solchen Schal-Thierchen bewohnt, von denen nunmehr nichts übrig geblieben ist, als ihre Kalkrinde. — Zugleich aber lehrt uns die neuere Naturforschung, daß in jenen Zeiten, die man die „vorweltlichen" nennt, Gewächse ganz eigner Art existirt haben, die an Form und Wesen unsern Gräsern ähnlich, aber an Größe unsern Palmenwäldern gleichkamen. Ja, die Pflanzenwelt war so üppig, daß man annehmen muß, sie habe außerordentlich reichhaltige Nahrung bereit gefunden, und zum Schluß berechtigt ist, daß die Luft so viel Kohlensäure — ein Haupt-Lebensstoff der Pflanzen — enthalten habe, daß

Menschen und Thiere jetziger Art damals nicht hätten auf der Erde athmen und leben können.

In noch früheren Epochen der Erde gab es wahrscheinlich gar keinen Kohlenstoff; vielmehr war alle Kohle, die wir jetzt als Bestandtheile der Thiere und Pflanzen wie als mächtige Kohlenlager in der Erde antreffen, nur als Kohlensäure vorhanden. Die Wärme, die damals herrschte, war so groß, daß die Kohle als solche gar nicht existiren konnte. Als die Erde sich weiter abgekühlt hatte, entstanden die Pflanzen, welche sofort die Kohlensäure aufnahmen, und sie in Kohle und Sauerstoff zerlegten. Aber selbst, nachdem die mächtigen Pflanzen jener vorweltlichen Zeit lange den Kohlenstoff zu ihrem Aufbau verbraucht und den Sauerstoff der Luft beigemischt hatten, enthielt diese noch zu viel Kohlensäure, als daß die jetzigen Thiere und Menschen in ihr hätten leben können.

Wo blieb nun diese Kohlensäure der Luft? Was hat die Luft von jenem gefährlichen, der Gesundheit und dem Leben der Menschen schädlichen Gas gereinigt? Ohne Zweifel haben dies zum großen Theil die Kalkschalen der todten Thierchen gethan, die sich mit Kohlensäure verbunden haben und nun als große Kreidegebirge vor uns liegen.

Wer denkt wohl daran, daß auch die Kreide im Dasein der Menschen auf der Erde eine Rolle spielt! — —

Doch wir wollen uns nicht von unserm eigentlichen Thema entfernen und uns nicht in die Dunkel vergangener

Jahrtausende verlieren, sondern wollen zurück zur Kohlensäure oder zum Kohlenstoff, der sich durch Verbrennung mit dem Sauerstoff verbindet. Denn die Wunder der Gegenwart sind nicht minder zahlreich, als die der Vergangenheit.

Wir haben es bereits erwähnt, daß die Menschheit eine unendliche Masse Kohlensäure fabrizirt.

Mit jedem Athemzug nehmen wir Sauerstoff in unsere Lungen ein, mit jedem Ausathmen senden wir Kohlensäure in die Luft hinaus. Nicht minder sendet jeder Ofen, jeder Heerd, auf dem Holz, Torf, Kohlen, Steinkohlen oder sonst ein Brennmaterial verbrannt wird, einen Strom von Kohlensäure in die Luft, einen Strom dieses Gases, zu dem eben eine unendlich große Masse von Sauerstoff verbraucht worden ist.

Woher aber kommt es, daß die Luft durch all' dies nicht verdorben wird? Woher entsteht immer der neue Sauerstoff, der den vernutzten ersetzt, und wo kommt die Kohlensäure hin, die die Luft unathembar macht.

Die Antwort hierauf giebt gleichfalls erst die neuere Naturforschung, und sie zeigt uns eine Weisheit der Natur-Einrichtungen, gegen welche die Menschenweisheit verschwindet.

Die Kohlensäure, obgleich sie schwerer ist als gewöhnliche Luft und eigentlich zu Boden sinken sollte, wird durch die stete Bewegung der Luft, wie von einer eignen Kraft, mit der Luft gemischt, und die Luft, wenn sie an Stellen vorüberstreicht, die Stoffe ent-

halten, welche Neigung haben, sich chemisch mit Kohlensäure zu verbinden, giebt diesen die Kohlensäure ab und reinigt sich in solcher Weise von dem gefährlichen Stoffe. Namentlich aber sind es die Pflanzen, die mit großer Begierde den Kohlenstoff aus der Luft einsaugen, denn die Pflanzen, die Bäume, die so viel Kohlen liefern, erhalten allen ihren Kohlenstoff nicht aus der Erde, sondern aus der Luft, in welcher die Kohlensäure schwebt.

Aber auch der Regen ist der Bote, der die Kohlensäure einfängt. Das Wasser hat eine Neigung, geringe Portionen Kohlensäure in sich aufzunehmen. Mit dem Regen strömt die Kohlensäure nieder in die Erde und tränkt damit die Wurzeln der Pflanzen, und die Pflanzen, die die Kohle aus der Kohlensäure verbrauchen, hauchen wiederum den Sauerstoff aus, so daß nicht ein einziges Atom verloren geht und die Luft wieder jenen Stoff bekommt, der dem Leben der Thiere und der Menschen so nothwendig ist.

Was der Mensch ausathmet, die Kohlensäure, gelangt so zur Pflanze und wird von dieser eingeathmet. Dafür athmet die Pflanze den Sauerstoff wieder aus und fabrizirt in ununterbrochener Thätigkeit wieder die Luftart, die der Mensch zum Einathmen braucht.*)

---

*) Neuere Versuche haben indeß ergeben, daß die Pflanze auch für den eigenen Bedarf Sauerstoff fabrizirt. Sie nimmt nur unter der Einwirkung des Sonnenlichts Kohlensäure auf und scheidet dafür Sauerstoff ab. In der Nacht hingegen athmet auch die Pflanze, wie der Mensch und das Thier, Sauerstoff ein und

So leben die Thiere und Menschen nicht nur von den Pflanzen, sondern die Pflanzen leben wiederum von Thieren und Menschen und so bildet sich eine Kette von Leben, in der ein Stoff fortwährend zirkulirt, der Stoff, den wir eben beobachten, der Kohlenstoff.

XXXI. Wie wir Kohlenstoff essen und trinken und wie sich in der lebenden Natur die Stoffe verbinden.

Der Kohlenstoff spielt in unsern Speisen und Getränken eine Hauptrolle.

Da wir Sauerstoff einathmen und dafür Kohlenstoff in Verbindung mit Sauerstoff ausathmen, so ist es wohl Jedem klar, daß wir in jedem Augenblick Kohlenstoff aus unserem Körper verlieren. Woher aber nehmen wir diesen? Womit ersetzen wir unsern fortwährenden Verlust? Durch nichts als durch Essen und Trinken, durch nichts als durch den Kohlenstoff, der in allen Speisen und Getränken vorhanden ist.

---

athmet dafür Kohlensäure aus. Diese Aufnahme des Sauerstoffs während der Nacht ist für das Leben der Pflanzen ebenso wichtig wie für die Thiere, auch die Pflanzen sterben, wenn ihnen im Finstern kein Sauerstoff geboten wird. Die Menge des Sauerstoffs, den die Pflanzen fabriziren, ist aber um so viel größer, als die, welche sie selbst verbrauchen, daß der Ueberschuß ausreicht, die Luft für Menschen und Thiere stets athembar zu machen.

Und hier eben ist es, wo wir auf die Wichtigkeit der vier Stoffe kommen, die wir bereits erwähnt haben.

Sauerstoff und Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff sind die Grundelemente der lebendigen Welt. Wenn man Pflanzen oder Thiere oder den menschlichen Leib auf chemischem Wege in die Grundbestandtheile zerlegt, so findet man, daß diese vier Stoffe die Hauptmasse derselben ausmachen, wohingegen die übrigen Grundstoffe, deren es einige sechszig giebt, eine untergeordnete Rolle spielen.

Aber nicht nur sind diese vier Stoffe in dieser Beziehung ausgezeichnet, sondern sie zeigen auch noch eine eigenthümliche Eigenschaft in der lebendigen Natur, die höchst interessant und wunderbar ist.

Betrachtet man nämlich die sogenannte todte Welt gegenüber der lebenden, die Welt der Erdarten und Gesteine gegen die Welt der Pflanzen, der Thiere und Menschen, so stellt sich in chemischer Beziehung ein höchst merkwürdiger und lehrreicher Unterschied zwischen ihnen dar, daß man wohl sagen kann, sie seien in ihrem innersten Wesen ganz von einander verschieden.

In der ganzen todten Natur finden die chemischen Verbindungen der Stoffe meist paarweise statt; in der lebendigen Natur sind sie selten paarweise, sondern mindestens dreifach vorhanden.

Wir wollen dieses Gesetz deutlicher zu machen suchen.

Wir haben bereits gesehen, daß je zwei chemische

Grundstoffe eine gewisse Neigung haben, sich mit einander zu verbinden. Haben sie sich aber verbunden, so kann man es nicht dahin bringen, daß sie einen dritten Stoff chemisch aufnehmen. — Wir haben schon einmal scherzweise die chemische Verbindung eine Ehe zwischen zwei Stoffen genannt; wenn wir diese Vergleichung beibehalten, so können wir sagen: die chemische Ehe findet in der todten Natur nicht zwischen drei Stoffen, sondern, wie in der wirklichen Ehe, immer nur zwischen zweien statt.

Wir wissen z. B., daß aus Sauerstoff und Wasserstoff Wasser entsteht. Durch keine Kunst in der Welt können wir aber einen dritten einfachen Stoff dazu bringen, sich mit diesen zwei Stoffen zu verbinden. Bringen wir einen dritten Stoff dazu, z. B. Schwefel, so bleibt er unverbunden, der Schwefel bleibt Schwefel und das Wasser bleibt Wasser; oder bringen wir einen solchen Stoff hinzu, wie z. B. das Kalium-Metall, das große Neigung hat, sich mit dem Sauerstoff des Wassers zu verbinden, so verbindet er sich zwar mit dem Sauerstoff, aber er verdrängt dafür den Wasserstoff. Die alte Ehe zwischen Wasserstoff und Sauerstoff wird zwar aufgelöst, aber es bildet sich nicht eine Ehe zwischen dreien, sondern es kommt eine neue Ehe wiederum nur zwischen zweien zu Stande; der dritte Stoff muß weichen.

Erst wenn man den dritten Stoff mit einem vierten verbunden hat, also ein neues Ehepaar vorhanden ist, erst dann kann man die beiden Paare mit einander chemisch verbinden. Wenn man z. B. Schwefel mit

Sauerstoff verbunden, d. h. Schwefelsäure hergestellt, also ein neues Ehepaar geschaffen hat, dann kann man das neue Ehepaar, die Schwefelsäure, mit dem alten Ehepaar, Wasser, chemisch verbinden und schwefelsaures Wasser oder, was dasselbe, verdünnte Schwefelsäure herstellen. Obgleich nun in solchem Wasser eigentlich nur drei Stoffe vorhanden sind, Wasserstoff, Sauerstoff und Schwefel, so wissen wir doch aus der Entstehung dieser Flüssigkeit, daß dies keine chemische Verbindung dreier Stoffe ist, sondern der Schwefel mußte erst seine eigne Portion Sauerstoff bekommen, um Schwefelsäure zu werden, und ebenso der Wasserstoff seine eigne Portion Sauerstoff, um Wasser zu bilden, und erst als diese zwei Ehen zu Stande gekommen waren, konnte man die Paare mit einander verbinden.

Aehnlich ist es in der ganzen unbelebten Welt; alle Steine, alle Salze, alle Flüssigkeiten, alle Metallverbindungen, mit einem Worte, alle Dinge, die nicht Pflanzen, Thier oder Mensch sind, sind chemisch entweder einfache Stoffe, wie z B. Gold, Silber, Zinn u. s. w., oder sie bestehen aus zwei Stoffen, wie z. B. Kochsalz, Wasser, Kalk u. s. w., oder sie sind aus der Verbindung zweier Paare hervorgegangen.

Nur in der Pflanzen- und Thierwelt ist dies nicht der Fall. Es giebt keinen Pflanzenstoff, keinen Thierstoff, der nicht mindestens drei Grundstoffe in sich hat. Ja, wenn ein solcher Pflanzen- und Thierstoff aus vier Grundstoffen besteht, so ist er nicht etwa nach vorhergegangener Paarung von zwei und zwei Stoffen entstan-

den, sondern er ist, wie man annehmen muß, aus einer einzigen Verbindung all' seiner Stoffe gebildet worden.

Ein Beispiel wird diesen wichtigen Unterschied deutlicher machen.

Kohlenstoff und Sauerstoff verbinden sich chemisch zu Kohlensäure, so daß jedes Theilchen Kohle zwei Atome Sauerstoff anzieht und festhält. Wasserstoff und Sauerstoff vereinigen sich zu Wasser, in welchem jedes Atom Wasserstoff sein Atom Sauerstoff hat. Die Kohlensäure und das Wasser verbinden sich dann weiter zu kohlensaurem Wasser, das also aus den drei Stoffen, Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff zusammengesetzt ist. Diese Verbindung ist aber eine todte, denn sie besteht aus zwei gepaarten Verbindungen. In der einen ist die Anziehungskraft der Kohle durch Sauerstoff vollständig gesättigt, in der andern ist der chemische Appetit des Wasserstoffs gleichfalls durch besondere Mengen von Sauerstoff befriedigt.

Ganz anders aber verhält es sich in einer belebten Verbindung, die aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff besteht. Eine solche belebte Verbindung ist z. B. der Zucker. Der Zucker enthält ganz so wie das kohlensaure Wasser nichts weiter als Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Aber hier ist die Anziehung der einzelnen Stoffe zu einander eine wesentlich verschiedene. Während nämlich im kohlensauren Wasser jedes Atom Kohlenstoff nur Sauerstoff festhielt, ist hier jedes Kohletheilchen gleichzeitig mit etwas Sauerstoff und etwas Wasserstoff gesättigt. Im Zucker ist nicht so-

viel Sauerstoff zugegen, daß jedes Atom Kohlenstoff die seinen chemischen Appetit befriedigende Menge Sauerstoff erhalten kann; es zieht dafür noch ein Theilchen Wasserstoff an, und bildet eine belebte Verbindung, den Zucker, in der jedes Zuckertheilchen aus drei Stoffen zusammengesetzt ist

Dieselbe Verschiedenheit in der Anziehung der kleinsten Theilchen besteht, wenn wir einen aus vier Grundstoffen zusammengesetzten Pflanzenstoff, z. B. das als Medizin bekannte Chinin, mit einer todten Verbindung aus denselben vier Grundstoffen, dem kohlensauren Ammoniak, vergleichen. Beide bestehen aus den Grundstoffen Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff Aber im kohlensauren Ammoniak sind die einzelnen Atome des Kohlenstoffs mit Sauerstoff vollständig zu Kohlensäure verbunden, und jedes Atom Stickstoff ist mit Wasserstoff zu Ammoniak vereint. Im Chinin hingegen ist der chemische Appetit jedes einzigen Atoms Kohlenstoff gleichzeitig mit drei verschiedenen Gerichten abgespeist; jedes Kohletheilchen hält Sauerstoff. Wasserstoff und Stickstoff gleichzeitig und gleichmäßig fest.

Dies ist der große chemische Unterschied zwischen der todten und der belebten Natur, den wir nunmehr noch weiter kennen lernen wollen.

XXXII. Unterschiede der chemischen Verbindungen in der lebenden und in der todten Natur.

Haben wir nunmehr gesehen, daß sich die todte Natur von der lebendigen in chemischer Beziehung darin unterscheidet, daß in der todten Natur nur immer zwei Stoffe sich zu einem neuen Körper chemisch verbinden, während in der lebendigen Natur mindestens drei Stoffe zu einem Körper gehören, so lehrt die Chemie noch einen weiteren Unterschied kennen, der noch von größerer Bedeutung ist.

Der Unterschied ist folgender:

In der todten Natur verbinden sich zwei chemische Grundstoffe immer nur in ganz genau bestimmten Mengen, in der lebenden Natur aber in höchst verschiedenen Mengen.

Wir wollen durch Beispiele deutlich zu machen suchen, was wir hiermit meinen.

Wie wir wissen, besteht Wasser aus Wasserstoff und Sauerstoff. Die genauesten Versuche haben gezeigt, daß zwei Maß Wasserstoffgas und ein Maß Sauerstoffgas eine gewisse Menge Wasser, z. B. ein Loth Wasser geben. Wie nun, wenn Jemand zu einem Chemiker käme und bei ihm ein Loth chemisch hergestelltes Wasser bestellte, aber von ihm verlangte, er möchte zu diesem Wasser ein wenig mehr Sauerstoff oder ein wenig mehr Wasserstoff nehmen, so würde der Che-

miker ihn zurückweisen und ihm sagen: „Freund, dies geht nicht!“

Zwei Maß Wasserstoffgas verbinden sich nur mit einem Maß Sauerstoffgas zu Wasser. Nimmt man mehr Sauerstoffgas oder mehr Wasserstoffgas dazu, so bleibt es unverbunden zurück, denn es ist einmal ein feststehendes Gesetz in der todten Natur, daß eine gewisse Menge Eines Stoffes sich nur mit einer gewissen ganz genau bestimmten Menge eines andern Stoffes chemisch verbindet, und dies Gesetz ist so unumstößlich, daß keine Kunst der Welt im Stande ist, ein sauerstoffreicheres und wasserstoffreicheres Wasser herzustellen, als überhaupt alles Wasser in der Welt ist.

Aehnlich wie mit dem Wasser geht es mit allen Dingen aus der unbelebten Welt. Quecksilber und Schwefel bilden chemisch verbunden den Zinnober, den bekannten rothen Farbestoff. Will man ein Loth Zinnober machen, so muß man dazu eine ganz genau bestimmte Menge Quecksilber, und eine ganz genau bestimmte Menge Schwefel nehmen, und kein Chemiker in der Welt kann es dahin bringen, daß dieselbe Menge Quecksilber sich mit einem Körnchen mehr oder einem Körnchen weniger Schwefel verbindet. Nimmt man mehr Schwefel, so bleibt Schwefel übrig, nimmt man weniger Schwefel so bleibt Quecksilber übrig, ohne die chemische Verbindung einzugehen.

Man sieht, in der todten Natur verbinden sich zwei Stoffe nach ganz bestimmten Gewichtsverhältnissen, und der eine Stoff nimmt von dem andern, mit dem er sich

verbindet, so viel auf, daß seine Anziehungskraft vollständig gesättigt ist; er kann weder mehr aufnehmen, noch sich mit weniger begnügen. Nach unserm öfter gebrauchten Bilde können wir von diesen Stoffen sagen, daß sie sich entweder ganz satt essen, oder lieber ganz hungern.

Dies ist aber in den Stoffen der lebendigen Natur nicht der Fall. In Pflanzen und Thieren fabrizirt die Natur chemische Verbindungen, in denen der eine Stoff bald mehr bald weniger von dem andern festhält. Die Stoffe vereinigen sich zu besonderen Dingen, auch wenn ihr chemischer Appetit nicht vollständig gesättigt ist. Und weil die Bestandtheile der belebten Verbindungen nie vollständig gesättigt sind, sind sie auch stets in der Lage, neue Mengen in sich aufzunehmen, weitere Verbindungen einzugehen und so andere Dinge zu bilden.

Aus diesem Umstande rührt es her, daß die Natur mit ihren vier chemischen Grundstoffen, aus denen sie die Pflanzen und Thiere zusammensetzte, so unendlich viele verschiedene Dinge zu schaffen im Stande ist.

Um es recht deutlich zu machen, was wir meinen, wollen wir einmal zeigen, was die todte Natur und die künstliche Chemie aus den vier Grundstoffen, Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff, zu machen im Stande ist, und dies einmal vergleichen mit dem, was in der lebendigen Natur aus diesen selben vier Stoffen wird.

Die todte Natur kann aus Sauerstoff und Wasserstoff Wasser machen, und dann noch einen Stoff, der

syrupartig aussieht und Wasserstoff-Hyper-Oxyd heißt. Das wären also zwei Stoffe. Aus Sauerstoff und Stickstoff entstehen fünf Arten von Salpetersäure-Verbindungen, aus Sauerstoff und Kohlenstoff sind zwei Arten von Kohlensäure möglich. Im Ganzen also kann man aus Sauerstoff mit den andern drei Stoffen neun verschiedene chemische Dinge erzeugen.

Gehen wir nun weiter, so finden wir, daß aus Wasserstoff und Stickstoff nur Ammoniak gebildet werden kann; aus Wasserstoff und Kohlenstoff entsteht das bei uns jetzt allgemeine Leuchtgas. Fügen wir nun hinzu, daß aus Stickstoff und Kohlenstoff nur eine Verbindung hergestellt werden kann, die den Namen Cyan hat, so sehen wir, daß aus den vier Stoffen im Ganzen zwölf Dinge erzeugt, die freilich noch unter einander verbunden werden, und so neue Dinge herstellen können.

Wenn wir nun dagegen sagen, daß die lebendige Natur die verschiedensten Arten von Pflanzen und Thieren, deren Gattungen viele Millionen übersteigen, auch nur aus den vier genannten Stoffen gebildet hat, so wird wohl Jeder einsehen, welch' ein wesentlicher Unterschied darin liegt, daß in der todten Natur die Verbindungsgesetze auf bestimmte Mengen beschränkt sind, während in der lebendigen Natur die verschiedenartigsten Mengen-Verhältnisse zu einer chemischen Verbindung möglich sind.

XXXIII. Die Folgen der Unterschiede chemischer Verbindungen in der todten und lebendigen Natur.

Indem die chemischen Verbindungen in der todten Natur anderer Art sind als die der lebendigen Welt, so kommt es, daß wir künstlich der todten Natur alles nachmachen, ja sogar mit der Chemie Dinge machen können, die die Natur nicht macht. Aber alle unsere Kunst scheitert, wenn es gilt, ein belebtes Wesen zu machen.

Die Chemie kann aus den fünfundsechszig chemischen Urstoffen eine unendliche Masse von Dingen machen. Die Chemie stellt Wasser, Luftarten, Steinarten, Erdarten, Säuren, Salze, Farbestoffe, Metall-Verbindungen, Medizine und Gifte aller Art her, die von der größten Wichtigkeit sind. Aber bei der lebendigen Natur scheitert ihre Kunst. Sie kann zwar die Pflanzen- und Thierstoffe chemisch zerlegen und weiß es mit der größten Genauigkeit anzugeben, wieviel Sauerstoff, wieviel Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff und sonstige geringe Beimengungen einzelner chemischer Urstoffe in einem solchen Dinge vorhanden sind. Sie hat auch ferner durch die unausgesetzten Forschungen der letzten Jahre gelernt, eine Reihe chemischer Verbindungen, wie sie in der belebten Natur enthalten sind, künstlich aus den Urstoffen darzustellen. Aber wenn man dem Chemiker sagt: „Nun hast du ein Stückchen Zucker

chemisch zerlegt und hast gefunden, daß es aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff besteht, jetzt sei so gut und stelle einmal das Stückchen Zucker aus denselben Stoffen zusammen!" Da wird er die Achseln zucken und sagen: „Das kann unsere Chemie nicht, das kann nur die Thätigkeit der Natur schaffen."

Die Natur kann aus einem Weizenkörnchen einen Halm mit einer ganzen Masse Weizen schaffen, aus einem Stückchen Kartoffel eine ganze Masse einzelner Kartoffeln, aus einem Apfelkörnchen einen großen Apfelbaum, und die Natur verfährt dabei auch chemisch. Sie nimmt chemische Stoffe dazu. Sie braucht hierzu Ammoniak, Kohlensäure und Wasser und Licht und Wärme ganz so, wie der Chemiker bei seinen Kunststücken. Die Natur kann aus einem Weizenkorn keinen Halm machen, wenn man ihr den Stoff entzieht, den sie dazu braucht. Sie treibt also Chemie ganz so wie ein menschlicher Chemiker. Wer keine Chemie kennt, versteht auch nicht, wie eine Pflanze wachsen kann, und schon darum ist die Kenntniß der Chemie von der größten Wichtigkeit, weil nur durch sie die Kenntniß vom Wachsthum und dem Leben, der Ernährung und der Fortpflanzung der Pflanzen und auch der Thiere erlangt werden kann.

Aber obgleich die Natur auch Chemie treibt, ist es doch eine andere Art Chemie, als die, welche die Menschen treiben.

Man hat daher auch einen andern Namen für diese Art der Chemie. Die Chemie in der unbelebten Natur nennt man die „unorganische oder die anorganische

Chemie", und in dieser wetteifert der Mensch mit der Natur; ja, seine Kunst übertrifft in vielen Punkten die Natur. Die Chemie aber, die in den belebten Wesen der Natur waltet, nennt man die organische Chemie: und auf diesem Gebiet kann der Mensch zwar zerlegen, was die Natur aufgebaut hat; aber er steht vollkommen hilflos und beschämt da, wenn er das Zerlegte wieder zusammensetzen soll.

Der Mensch kann ein Stückchen Kartoffel nehmen und es in die Erde legen und kann dem Lebenskeim, der in dem Stückchen Kartoffel liegt, gebieten, Chemie zu treiben und eine ganze Masse Kartoffeln hervorzubringen. Er kann dem Lebenskeim in dem Stückchen Kartoffel alles darbieten, was er zu seiner chemischen Operation braucht. Ja, der Bauer, der dem Felde Dünger giebt, giebt nicht der Erde den Dünger, sondern er thut nur das unbewußt, was der Chemiker bewußt thun würde: er bietet in dem Dünger nur der Kraft des Samens die chemischen Stoffe dar, die sie zu ihrem chemischen Kunststück gebraucht. Der Mensch kann nun ziemlich genau das chemische Kunststück beobachten, welches das Stückchen Kartoffel oder richtiger dessen Lebenskeim, treibt; und das ist auch beobachtet worden; und die neueste Zeit hat geistvolle Blicke in diese geheime Werkstatt der Natur gethan. Was sonst als ein Wunder angestaunt wurde, wird jetzt als eine Wissenschaft getrieben. Aber es ist die organische Chemie eine Wissenschaft, die eine unübersteigbare Grenze hat. — Das Geheimniß der Ernährung, des Wachsthums und der Fortpflanzung

der Pflanzenwelt und der Thierwelt ist jetzt so weit erforscht, daß man wohl weiß, es gehe hier viel auf chemischem Wege zu; allein an zwei Dingen scheitert unsere Einsicht.

Erstens ist es für uns unbegreiflich, was das für eine Kraft ist, die auch der kleinste Pflanzenkeim besitzt, Stoffe, die er zu seinem Gedeihen braucht, aufzunehmen, und andere, die er nicht braucht, unaufgenommen zu lassen, oder gar verbrauchte Stoffe von sich auszuscheiden. Ein wachsender Pflanzenkeim benimmt sich ganz so, als ob er mit Einsicht und Fachkenntniß die Wahl all' seiner chemischen Kunststücke regele. Dergleichen kommt in der unbelebten Natur gar nicht vor. — Zweitens arbeitet zwar die organische Chemie in der Natur mit demselben Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff, mit dem wir auch arbeiten können; allein sie ist geschickter als unsere Hände und weiser als unser Kopf Wir können aus den Stoffen nur die paar unorganischen Dinge machen, die wir bereits im vorigen Abschnitt angegeben haben; die lebendige Kraft aber macht vor unsern Augen aus diesen vier Dingen die ganze Welt des Lebens! —

Vielleicht aber glaubt Jemand, daß dieserhalb die ganze organische Chemie zwar eine interessante, aber keine nutzenbringende Wissenschaft sei; das aber ist ein Irrthum. Die organische Chemie ist, wie wir nun zeigen wollen, nicht nur die größte und bedeutendste, sondern auch die nützlichste und einflußreichste Wissenschaft der neuern Zeit.

XXXIV. Ein wenig organische Chemie.

Die organische Chemie hat drei wichtige Aufgaben, welche in der neuern Zeit die bedeutendsten Forscher als das segensreiche Feld ihrer Thätigkeit betrachten.

Vor Allem ist die organische Chemie von der größten Wichtigkeit für den Landbau. Bisher lebte man im vollkommenen Dunkel über die Erfahrungen, die der Landmann beim Bau des Feldes machte, und die Fruchtbarkeit und Unfruchtbarkeit eines Feldes war rein eine Kenntniß, die man durch jahrelange Beobachtungen erst ermitteln mußte. Zeitraubende Proben und schwere Versuche belehrten erst, wie und wozu ein Feld angewendet werden kann, welche Saat man darauf aussäen und welche Frucht darauf gedeihen möchte, mit welcher Art von Dünger man den Boden versehen müsse und welche Gattungen von Stoffen der Pflanze förderlich sein könnten. Jetzt, wo die Chemiker die Sache in die Hand genommen haben, ist man schon einen gewaltigen Schritt weiter gekommen. Der Landbau ist jetzt eine *wissenschaftliche* Thätigkeit geworden und diese Wissenschaft ist die Wissenschaft der *organischen Chemie*.

Der Chemiker nimmt eine Pflanze, zerlegt sie auf chemischem Wege und sieht, welche Stoffe darin enthalten sind. Er weiß, daß diese Stoffe nicht durch Zauber in die Pflanze hineinkommen, sondern daß es ein chemischer Vorgang ist, durch welchen die Pflanze

diese Stoffe aus dem Boden und der Luft genommen und umgebildet hat. Kennt er die Stoffe, aus denen die fertige Pflanze besteht, so weiß er auch, daß die Pflanzen diese Stoffe als Speise in sich aufgenommen. Er weiß also genau, was der Boden liefern muß, um solche Pflanzen hervorbringen zu können. Nimmt er nun einen Stich Erde aus dem Boden und untersucht ihn auf chemischem Wege und findet, daß diese Stoffe, die die Pflanze braucht, im Boden vorhanden sind, so weiß er ohne jahrelange Untersuchungen zu sagen: „Diese Pflanze wird in diesem Boden gedeihen!“

Findet er, daß der Boden nicht alle Stoffe in sich hat, die die Pflanze braucht, so weiß er anzugeben, womit der Boden versorgt werden muß. Denn der Chemiker scheut sich nicht, auch jede Art von Dünger chemisch zu zerlegen. Er untersucht, welche Stoffe der Dünger dem Felde zubringen muß und belehrt den staunenden Landmann: hier mußt du Gyps in den Dünger mischen! dort mußt du Knochenmehl hinzuthun! da darfst du nicht zu viel thierischen Dünger ablagern! dieses Feld mußt du ein Jahr lang ruhen lassen und statt Getreide Klee anbauen. Jenes Feld braucht gar keinen Stoff, denn es besitzt sie alle in Ueberfluß, aber es kann darauf deshalb nichts wachsen, weil die nöthigen Stoffe in einer Form vorhanden sind, durch welche sie sich nicht im Regenwasser auflösen können, du mußt also statt des Düngers verdünnte Schwefelsäure auf dein Feld schütten, die diese Stoffe auflösbar machen wird, so daß die Pflanze sie wird genießen können.

Die landwirthschaftliche Chemie ist schon eine der segensreichsten Beschäftigungen unserer Zeit, und sie wird erst ihren vollen Segen entfalten, wenn sie weiter eingedrungen sein wird in das Landvolk. Es ist daher von der größten Wichtigkeit, daß sich jetzt der Gebildete mit der Landwirthschaft abgiebt; aber seine Studien macht er nicht mehr als Ackerknecht und Pferdejunge, sondern die Landwirthschaft wird jetzt in der Studirstube der Chemiker getrieben und erst nach solcher Vorbereitung geht der gebildete Landwirth an den praktischen Landbau und erkennt, daß das sonst so blind angestaunte Wunder der Natur eine Folge weiser Gesetze ist, die dem Menschengeist nicht verschlossen sind, und deren Beobachtung Wohlstand, Gedeihen und Segen verbreiten.

Die zweite Aufgabe der organischen Chemie ist, aus der Pflanzen- und Thierwelt neue chemische Stoffe herzustellen, von denen man sonst keine Ahnung hatte. Die Mannigfaltigkeit in der organischen Welt ist so unendlich groß, daß mit jedem Tage aus der Pflanzen- und Thierwelt neue Stoffe erzeugt werden, von denen man früher nie etwas wußte. Der Reichthum an neuen Stoffen ist durch die Forschungen der letzten zehn Jahre so gewachsen, daß es jetzt nur an Menschen fehlt, welche sich mit der Aufgabe beschäftigen, wie und wo man solche Stoffe nützlich verwenden kann. Ja, die neuere Chemie ist so unendlich reich an neuen Stoffen, daß sie um Namen für dieselben in Verlegenheit ist. Und doch steht es fest, daß jeder dieser neuen

Stoffe irgendwie verwendet werden kann, und einzelne von diesen, die jetzt ganz unbeachtet bleiben, bei einer glücklichen Entdeckung zu einer Quelle großer Reichthümer werden können.

Um ein kleines Beispiel hiervon zu geben, wollen wir Folgendes anführen. In neuerer Zeit ist hauptsächlich für die Photographie ein Stoff dargestellt worden, der den Namen Pyro-Gallus-Säure hat. Dieser Stoff ist so werthvoll, daß das Loth davon mit zwei und einem halben Thaler bezahlt wird, er ist also fast fünfmal so theuer als Silber! In diesen Tagen aber fanden wir in einem wissenschaftlichen Bericht, daß es einem Chemiker gelungen sei, diesen Stoff aus Holzessig zu gewinnen. Ist dies der Fall, so wird mit einem Male dieser so kostbare Stoff ein Fabrikations- und Handelsartikel werden und seine Benutzung, die jetzt so selten ist, wird unzweifelhaft in vielen Fällen des Lebens Anwendung finden*).

Ein anderes Beispiel ist das Anilin. Es war schon lange von den Chemikern aus dem Steinkohlentheer dargestellt und mit dem Namen Kyanol belegt worden. Aber erst vor einigen Jahren machte man weiter die Entdeckung, daß dieser Stoff, eine farblose ölartige Flüssigkeit, unter der Einwirkung anderer

---

*) Die Pyro-Gallus-Säure ist seit dem Erscheinen der ersten Auflage in der That bis auf ein Drittel ihres früheren Preises gesunken, obwohl ihre Darstellung aus Holz noch nicht Eingang gefunden zu haben scheint.

chemischer Stoffe, sich in die prachtvollsten Farben verwandele. Jetzt hat bereits die Anwendung dieser schönen Anilinfarben eine so ausgedehnte Verbreitung, daß fast alle rothen, blauen und violetten Seiden- und Wollenstoffe, die in den Handel kommen, mit diesem Anilin, dem Abkömmlinge des gewöhnlichen Steinkohlentheers, gefärbt sind.

So bereichert hauptsächlich die organische Chemie die Vermehrung der nützlichen Stoffe und giebt den Dingen, die man sonst unbeachtet ließ, einen ganz neuen Werth.

XXXV. Die wichtigen Aufgaben der organischen Chemie.

Eine höhere Aufgabe der organischen Chemie ist, die Produkte der Pflanzenwelt in ihrer Verbindung zu beobachten, die sie annehmen, wenn sie sich selbst überlassen oder durch andere Stoffe und Mittel zu Veränderungen angeregt werden. Der Segen, den dieser Theil der Chemie bereitet hat, ist ungeheuer; die Aussicht, die hier noch Segensreiches in der Zukunft verspricht, geht in's Unendliche.

Es ist gar nicht lange her, daß man die Früchte der Pflanzen nur in der Weise verbrauchte, wie sie die Natur fertig lieferte; erst als die Chemie anfing, diese Früchte zu untersuchen, erst da kam man darauf, daß

man aus den Früchten nach ganz andere Dinge machen kann, als die Natur.

Es ist bekannt, daß man vor dreißig Jahren nichts anderes wußte, als daß man Zucker aus der Ferne herholen müsse, wo das Zuckerrohr gedeiht; jetzt weiß es Jeder, daß wir meisthin den Runkelrübenzucker genießen, und es hängt nur von neuen chemischen Entdeckungen in der Gewinnung des Zuckers aus der Runkelrübe ab, um ein Pfund Zucker noch einmal so billig zu haben, als es schon jetzt ist.

Als ein Beispiel der interessantesten Art, wie die Kunst der Chemie die Naturstoffe in ganz veränderte Form und Beschaffenheit versetzen kann, ist die jetzige Fabrikation des Holzessigs zu erwähnen, bei welcher, wie wir später zeigen werden, wirklich aus Holz Essig gemacht wird. Noch interessanter in dieser Beziehung ist die Kartoffel, welche man durch chemische Mittel in Mehl verwandeln kann, aus dem Mehl kann man Gummi machen, den Gummi kann man in Zucker verwandeln, den Zucker kann man in Alkohol, den Alkohol in Aether und Essig umschaffen.

In gleicher Weise versteht es die organische Chemie, alle Naturstoffe aus ihrer früheren Beschaffenheit zu einer Veränderung anzuregen und ganz neue, gar nicht in diesen Stoffen vermuthete Dinge daraus zu machen, so daß eigentlich fast sämmtliche Fabrikationszweige jetzt in das Bereich der Chemie fallen und deren Gedeihen nur möglich ist, wenn die organische Chemie

noch weit verbreiteter und ihre Forschungen und Entdeckungen praktischer gemacht würden.

Wir wollen im nächsten Bändchen diese drei Aufgaben der organischen Chemie in kurzen Umrissen näher beleuchten und durch Beispiele und Versuche deren Wichtigkeit deutlich zu machen suchen. Wir werden demnach in den nächsten Abschnitten Einiges von den Hauptsachen der landwirthschaftlichen Chemie, Einiges von der Auffindung neuer Stoffe und endlich einige Beispiele von den Verwandlungen vorführen, die die Chemie mit vielen Stoffen vornimmt; für jetzt dürfen wir jedoch über die Nützlichkeit und praktische Wichtigkeit dieser Wissenschaft nicht vergessen, daß sie einen noch höhern Werth beanspruchen darf, indem sie es ist, die das Dunkel im Lebensvorgang des Thieres und des Menschen zu beleuchten anfängt, und die Resultate, die sie jetzt schon gewonnen, von ihr erwarten lassen, daß sie dereinst die noch undurchdringlichen Geheimnisse unseres eigenen Leibes erforschen, und so die Stütze einer neuen Lehre vom Leben, vom Erkranken und der Heilung des Menschen werden wird.

Die organische Chemie ist zur Erkenntniß des Lebensvorganges im Menschen von der höchsten Wichtigkeit. Erst durch die Chemie lernen wir verstehen, weshalb wir athmen und was mit dem Athem vorgeht. Erst die Chemie belehrt uns, weshalb wir uns nur von gewissen Stoffen ernähren können. Der Chemie der neuern Zeit erst ist es gelungen, zu zeigen, in welche Stoffe des Leibes sich die Stoffe der Speisen ver-

wandeln, welche Speisen zum Wachsthum der Haare, der Knochen, der Nägel, der Zähne, der Muskeln und des Fettes nöthig sind. — Erst durch die Chemie beginnt man jetzt zu ahnen, wie und in welcher Weise sich Gesundheit im Körper erhalten und Krankheit entstehen kann, und in welcher Art einzelne Medizinen in diesen Zustand eingreifen. Der Chemie erst wird es gelingen, die Heilkunst in eine Heilwissenschaft zu verwandeln und das Dunkel zu zerstreuen, das jetzt noch über einem großen Theil der ärztlichen Praxis schwebt, ein Dunkel, das selbst der glücklichste Arzt nicht durchschauen kann, ohne die Chemie zu Hülfe zu rufen.

Druck von Franz Duncker's Buchdruckerei in Ber

Naturwissenschaftliche

Volksbücher.

Von

A. Bernstein.

Wohlfeile Gesammt-Ausgabe.

7

Siebenter Band.

Dritte
vielfach verbesserte und vermehrte Auflage.

Dritter, unveränderter Abdruck.

Berlin.
Verlag von Franz Duncker.
1870.

Inhaltsverzeichniß.

Seite

Seite

Ueber Bäder und deren Wirkung.

I. Die landwirthschaftliche Chemie, der Keim, die Frucht und einige Versuche.

Die landwirthschaftliche Chemie hat sich ihre Aufgabe dahin gestellt: die Gesetze des Lebens, des Wachsthums und des Gedeihens der Pflanzen zu ermitteln, um ihre Pflege genau wissenschaftlich zu ergründen und mit Sicherheit angeben zu können, auf welchem Wege die Menschen der Natur zu Hülfe kommen und das Wachsthum der nützlichen Pflanzen in reichem Maße befördern können.

Die allgemeinen Resultate der Forschungen neuester Zeit sind folgende:

In der Pflanze ist eine eigene und noch jetzt unbekannte Kraft thätig. Die Neigung der chemischen Urstoffe, Verbindungen einzugehen, ist in den Pflanzen durchaus nicht so, wie in der todten Natur. Im Gegentheil, die Pflanze schafft andere Verbindungen der Stoffe, macht aus den Stoffen andere Dinge als die todte Chemie. Möglich ist es wohl, daß die Kraft in der Pflanze eine uns ganz unbekannte, fremde Kraft ist; allein es ist auch

möglich, daß sie das Resultat von Zusammenwirkungen bereits bekannter Kräfte ist, das Zusammenwirken von chemischen Gesetzen im Verein mit physikalischen Kräften, mit Licht, Wärme, Elektrizität und Erdmagnetismus. — Die berühmtesten Naturforscher sind hierüber im Streite. Uns jedoch muß es vorläufig genügen, zu wissen, daß hier eine eigenthümliche Thätigkeit vor sich geht, und zu erkennen, in welcher Weise diese Thätigkeit vor sich geht.

Uebereinstimmende Beobachtungen haben Folgendes gelehrt:

Eine jede Frucht enthält einen Keim zu einer neuen Pflanze, die im Allgemeinen bestimmt ist, dieselben Früchte hervorzubringen. Die Frucht enthält außer dem Keim noch Nahrungsstoffe. Nun bilden wir uns im gewöhnlichen Leben ein, daß diese Nahrungsstoffe von der Natur für den Menschen geschaffen seien. Das aber ist ein Irrthum. Der Nahrungsstoff einer Erbse, einer Bohne, eines Apfels oder sonst einer Frucht ist von der Natur nur geschaffen, um zur ersten Nahrung der künftigen Pflanze zu dienen, deren Keim in der Frucht steckt. Ganz so, wie kein Kind geboren wird, ohne daß die Natur in den Brüsten der Mutter Milch als Nahrungsstoff für die erste Zeit vorbereitet, ganz so kommt kein Keim der Pflanze zur Welt, ohne daß die Natur ihm Frucht mitgiebt, damit der Keim darin die Nahrung finde für die erste Zeit seines künftigen jungen Lebens. Ebenso, wie die Natur die Milch der Kuh nicht für den Menschen, sondern für das Kälbchen geschaffen hat, ebenso

wie wir uns eigentlich unberechtigt der Milch bemächtigen, wenn das Kälbchen nur so weit ist, daß es sich selber Nahrung suchen kann, ganz ebenso kann man sagen, daß wir in jeder Frucht, die wir essen, nicht etwas von der Natur für uns Geschaffenes genießen, sondern wir eignen uns Etwas zu, was dem in der Frucht steckenden Keim gehört, und essen oft dies freilich mit sammt dem Keim auf. In diesem Sinne darf man sagen: „Eine jede Frucht ist die Muttermilch für den in ihr liegenden Pflanzenkeim!

Man kann sich durch Versuche hiervon überzeugen.

Wenn man z. B. Gerstenkörner in ein Glas schüttet und mit etwas Wasser übergießt und an einen warmen Ort stellt, so wird man nach einiger Zeit bemerken, daß aus jedem Gerstenkorn ein Pflänzchen herauswächst aus dem einen Ende und ein paar Fäden als Wurzeln aus dem andern Ende. Es ist dies, beiläufig gesagt, die Art, wie der Brauer aus Gerste Malz macht. — Man sieht also, es wächst das Pflänzchen Anfangs ohne Nahrung von außen her, und nur durch das Erweichen seiner Nahrung, des Gerstenkornes, im Wasser. Nicht das Gerstenkorn wird zu einem Halm, sondern nur ein kleiner Keim, der darin steckt, wird ein solcher, und zwar geschieht dies durch eine Kraft, die in ihm steckt und in ihm jahrelang bleibt, wenn er trocken aufbewahrt wird. Die Wärme weckt gewissermaßen diese schlummernde Kraft zur Thätigkeit auf und wenn das Gerstenkorn, diese Muttermilch des Pflänzchens, zugleich durch Wasser erweicht wird, so ist auch der Nahrungs-

stoff für den Keim vorbereitet und er beginnt, zur Pflanze zu werden.

Erst wenn diese Muttermilch aufgezehrt ist, dann hat das Pflänzchen die Kraft, sich durch Wurzeln die Nahrung aus dem Erdboden zu holen; findet es solche nicht, so stirbt es auch ab.

Wenn wir also auf das Leben der Pflanze eingehen, so sehen wir, daß sie vor Allem Wärme und Wasser braucht; allein Wärme ist kein Nahrungsstoff und Wasser allein ist auch kein solcher. Die Wärme ist nur die Erregung zum Leben und das Wasser ist vorerst nur nöthig, damit die Nahrung erweicht wird und eindringen kann in die junge Pflanze. Freilich könnte man sagen: dies ist ja gar keine Chemie. Aber wenn man bedenkt, daß die Chemie eben die Wissenschaft ist, die da lehrt, aus einzelnen Stoffen ein neues, ganz anderes Ding zu machen, und wenn man hierbei erwägt, daß die Kraft in diesem Pflänzchen aus einem Keim ein Hälmchen und Wurzeln macht, so wird man doch gestehen müssen, daß dies Chemie ist; wiewohl jeder Chemiker gern zugiebt, daß er ohne Keim nicht ein gleiches Kunststück machen kann.

Wir wollen nunmehr die chemische Werkstatt der Pflanze etwas näher betrachten.

II. Die chemische Werkstatt der Pflanze.

In der Pflanze ist so recht eine kleine wunderbare chemische Fabrik; aber das Wunderbarste darin ist, daß die Fabrik selber ein chemisches Produkt ist.

Die Pflanze erschafft sich selber immerfort auf chemischem Wege. Wenn wir die unbekannte Kraft in der Pflanze uns als den eigentlichen unsichtbaren Chemiker denken, so ist die Pflanze freilich nur eine Art Wohnhaus dieses wunderbaren Chemikers; aber immerhin steht so viel fest, daß Alles, was der Chemiker zu Wege bringt, nichts ist, als daß er aus Stoffen, die er von außerhalb der Pflanze hernimmt, die Pflanze macht. Ganz so wie ein menschlicher Chemiker aus Schwefel und Quecksilber Zinnober, schafft der geheime Chemiker aus gewissen Stoffen, die wir sogleich nennen werden, eine Pflanze. Das Dunkle und Wunderbare darin ist nur, daß dieser geheime Chemiker nicht wie der Mensch mit seinen Händen die Stoffe, die er braucht, herbeiholt und sie durch seine Kunst in den Zustand versetzt, durch welchen sie sich verbinden, sondern dieser geheime Chemiker bedient sich eben der Pflanze, so weit sie fertig ist, um durch sie die Stoffe von draußen her zu erhalten und damit die Pflanze noch weiter auszubilden. —

Sehen wir indessen von dem Dunkeln und Unerklärten, das sich hierin vor unsern Augen zeigt, ab, so ergiebt sich jedenfalls Folgendes:

Eine Pflanze ist nichts anderes, als die organisch oder lebend gewordenen todten Stoffe, die sie zu ihrer

Nahrung verbraucht hat. — Wenn z. B. ein Chemiker findet, daß eine Pflanze aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff besteht, so hat er das Recht zu sagen: diese Pflanze ist nichts als Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff in einer belebten chemischen Verbindung. Es ist vollkommen richtig, wenn man behauptet, diese todten Stoffe bilden in einer gewissen Verbindung ein lebendiges Ding, das jetzt als Pflanze vor uns steht. Da aber diese ursprünglich todten Stoffe die Nahrung der Pflanze waren, so ist die Pflanze nichts, als ihre eigne lebendig gewordene Nahrung.

Eigenthümlich aber ist, daß die Stoffe, die zur Nahrung der Pflanze dienen und Pflanze werden sollen, gewissermaßen hierzu chemisch vorbereitet sein müssen, und es nicht genügt, diese Stoffe gesondert einer Pflanze darzubieten. Gesetzt, man wollte eine Pflanze, die Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff zur Nahrung braucht, in eine Flasche hineinlegen, wo diese Stoffe einzeln hineingebracht worden sind, so würde sie darin nicht leben. Die Stoffe, wenn sie einzeln da sind, können nicht zur Speise der Pflanze dienen; sie müssen sich vielmehr unter einander chemisch verbinden, und erst, wenn die Stoffe chemisch verbunden sind, erst dann sind sie zurecht gemacht, um der Pflanze als Nahrung zu dienen.

Schon außerhalb der Pflanze müssen sich Sauerstoff und Wasserstoff chemisch verbunden und Wasser gebildet haben; dann erst dienen sie, oder richtiger das Wasser, zur Erhaltung der Pflanze. Schon außerhalb der Pflanze müssen sich Kohlenstoff und Sauerstoff chemisch verbun-

den und Kohlensäure gebildet haben, damit diese eine Nahrung der Pflanze werde. Schon außerhalb der Pflanze müssen sich Wasserstoff und Stickstoff chemisch verbunden und Ammoniak gebildet haben, um ein Speisestoff der Pflanze zu werden. Und in gleicher Weise verhält es sich mit den anderen Stoffen, die in der Pflanze vorkommen, wie Kalium, Natrium, Calcium, Phosphor u. s. w.; auch diese müssen bereits bestimmte Verbindungen eingegangen sein, wenn sie den Pflanzen zur Nahrung dienen sollen.

Wir entnehmen hieraus, daß die Bestandtheile der Pflanzen freilich nur Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff und einige andere Stoffe sind; aber wir sehen zugleich, daß die eigentliche Nahrung der Pflanzen chemische Verbindungen dieser Stoffe sind und daß diese Nahrung in folgenden Dingen besteht: in Wasser, in Kohlensäure, in Ammoniak und in Salzen.

Für die Landwirthschaft also ist es vor Allem von der größten Wichtigkeit, zu wissen, daß diese Nahrungsmittel reichlich vorhanden sein müssen in einem Boden, worin Pflanzen gedeihen sollen. Fehlt eines dieser Nahrungsmittel, so stirbt die kräftigste Pflanze ab und die Erhaltung derselben ist nur dann möglich, wenn man künstlich dem Boden diese Stoffe zuführt.

Wir wollen nunmehr die Art und Weise deutlicher machen, wie die Pflanze ihre Speise zu sich nimmt und welche Hauptmittel die landwirthschaftliche Chemie an die Hand giebt, die Speisung der Pflanzen zu erleichtern und so ihr Wachsthum und Gedeihen zu fördern.

III. Die Nahrung der Pflanze.

Eine jede Pflanze muß Nahrung zu sich nehmen, sie muß also Speise-Werkzeuge besitzen, durch welche sie, wie Thier und Mensch durch den Mund die Nahrung aufnehmen kann. Allein die Pflanzen haben keinen Mund, sondern sie haben saugende Wurzeln und Luft einathmende Blätter.

Schon der Umstand, daß die Pflanze Stoffe, die sie braucht, durch die Wurzeln aufsaugen muß, ist hinreichend, um begreiflich zu machen, daß sie keine harten Speisen, wie Mensch und Thier, zu sich nehmen kann, sondern der flüssigen Speisen bedarf, um sie zu genießen.

Nun wissen wir, daß der reine Kohlenstoff nicht flüssig ist und nicht flüssig gemacht werden kann. Jede Pflanze aber hat viel Kohlenstoff in sich, wie wir ja alle unsere Kohlen nur aus den Pflanzen gewinnen. Es kann also schon darum die Pflanze den bloßen Kohlenstoff nicht in sich aufnehmen, sondern es muß sich erst außer ihr Kohlensäure bilden, eine Luftart, die aus Kohlenstoff und Sauerstoff besteht. Diese Luftart nimmt die Pflanze durch die Blätter auf, indem sie sie einathmet und durch die Wurzeln, indem jedes Wasser im Stande ist, Kohlensäure zu verschlucken und das Wasser, welches die Pflanze aufsaugt, auch Kohlensäure in sich hat.

Mit den bloßen Augen können wir zwar nicht sehen, wie es möglich ist, daß die Blätter im Stande sind, Kohlensäure einzusaugen; aber durch starke Vergrößerungsgläser, durch Mikroskope, sieht man ganz deutlich, daß ein Blatt nicht eine feste Masse ist, sondern ein Gewebe einzelner Zellen, in welchen sich Säfte befinden. Dieser Zellensaft ist nicht grün, sondern meist hell und farblos wie Wasser, nur in einzelnen zerstreut liegenden Zellen befinden sich Tröpfchen von grüner Farbe, die man Blattgrün nennt, und die ihre Farbe nur der Einwirkung des Lichts verdanken. Diese Tropfen Blattgrün sind so klein, und stehen so dicht bei einander, daß wir, wenn wir ein Blatt mit bloßen Augen ansehen, meinen, es sei im Ganzen grün. Durch ein starkes Mikroskop aber gesehen, nimmt man wahr, daß große Zwischenräume zwischen einer Farbezelle und der andern sind, weshalb denn auch ein Blattstückchen unter dem Mikroskop ganz anders und keineswegs grün erscheint. Durch solche Mikroskope sieht man auch, daß jedes Blatt eine Unmasse einzelner Spaltöffnungen hat, die wirklich so aussehen, wie ein zum Athmen etwas geöffneter Menschenmund.

Und durch diesen Mund saugt oder athmet die Pflanze die Kohlensäure ein, die sich in der Luft befindet.

Wie wir bereits mehrfach erwähnt haben, enthält die Luft, in welcher Menschen und Thiere leben, oder wo Thier- und Pflanzenstoffe in Verwesung übergehen oder verbrannt werden, viel Kohlensäure. Diese Kohlensäure schwimmt in der Luft umher, ohne sich mit ihr

chemisch zu verbinden. Man kann diese Kohlensäure auch einfangen. Man braucht nur ein bischen klares Kalkwasser in ein Glas zu gießen und es an der Luft stehen zu lassen, so wird man schon finden, daß sich oben auf der Flüssigkeit eine weißliche Decke bildet, die später zu Boden fällt. Diese Decke entsteht, indem der Kalk, der im Wasser aufgelöst ist, die Kohlensäure aus der Luft anzieht und eine Schicht von kohlensaurer Kalkerde, also von Kreide bildet, die dann als unlöslich im Wasser zu Boden sinkt.

Man könnte sich nun das Aufnehmen der Kohlensäure durch die Spaltöffnungen der Blätter eben so denken, und zwar müßte man voraussetzen, daß die Blätter an diese Oeffnung immer einen frischen Saft hinsenden, der Neigung hat, sich mit Kohlensäure zu verbinden; allein ganz so kann es wohl nicht sein, weil es eine Thatsache ist, daß die Aufnahme von Kohlensäure und das Aushauchen von Sauerstoff nur beim Tageslicht, im Dunkeln dagegen, also des Nachts, das umgekehrte Verhältniß stattfindet.

Wie dem aber auch sein mag, so steht so viel fest, daß die Pflanzen Kohlensäure einnehmen und Sauerstoff ausgeben, und hieraus folgt, daß in der Pflanze eine Portion Kohlenstoff zurückbleibt, die zum Leben der Pflanze bestimmt ist.

Dies ist die Ernährung der Pflanze durch die Blätter; und diese ist so wichtig, daß ein Baum, der all' seiner Blätter beraubt wird, einen bedeutenden Verlust an Lebenskraft erleidet.

Obgleich nun die Luft aus einem Gemenge von Stickstoff und Sauerstoff besteht und die Pflanze auch diese Stoffe zu ihrem Unterhalt braucht, nimmt sie doch dieselben nicht durch die Blätter ein. Vielleicht hauptsächlich darum nicht, weil in der Luft der Sauerstoff und der Stickstoff nicht chemisch verbunden, sondern nur durcheinander gemengt sind. — Um zu diesen Stoffen zu gelangen, benutzt die Pflanze die **Wurzeln**.

Wenn die Blattöffnungen gewissermaßen die Nase der Pflanze sind, durch welche man nur athmen, aber nicht essen kann, so kann man die Wurzeln den Mund der Pflanze nennen, aber einen Mund, der nur trinken oder richtiger, saugen kann. Alle Speisen der Pflanzen müssen daher erst in Wasser aufgelöst sein, bevor sie die Pflanze zu genießen vermag.

Da dies bei der Kohlensäure auch der Fall ist, und jedes Wasser kleine Portionen Kohlensäure in sich aufnimmt, so saugt, wie wir bereits erwähnt, auch die Wurzel Kohlensäure ein, weshalb denn ein Baum, dem die Raupen alle Blätter geraubt haben, noch nicht abzusterben braucht. Die Wurzel nimmt aber auch zugleich die übrigen Speisen auf, und von diesem Vorgang wollen wir im nächsten Abschnitte sprechen.

IV. Die Speisung der Pflanze durch die Wurzel.

Das Eindringen der Pflanzennahrung in die Pflanze geschieht, wie bereits erwähnt, hauptsächlich durch die Wurzel, und zwar findet sowohl Wasser, wie Ammoniak und die andern Salze, durch die in der Erde liegende Wurzel den Weg zum Innern der Pflanze.

Wir haben dieses Aufnehmen der ernährenden Flüssigkeit durch die Wurzel eine Art Saugen der letztern genannt, da dies aber leicht ein Mißverständniß hervorrufen kann, so müssen wir uns hierüber deutlicher aussprechen.

Man macht sich im gewöhnlichen Leben die Vorstellung, daß eine Wurzel das Wasser so aufsauge, wie etwa ein Stück Löschpapier, das man mit einem Ende in Wasser taucht, wo man sofort bemerkt, daß das Wasser sich weiter in das Papier hineinzieht. Man denkt sich gemeinhin, daß das Wasser von der Wurzel aus in die Pflanze hineinsteigt, ebenso, wie wenn man ein Stück weißen Zucker mit einer Ecke in den Kaffee taucht und sofort wahrnimmt, daß die Flüssigkeit in den Zucker hinaufläuft.

Diese Vorstellung ist ganz falsch. Es ist zwar nicht lange her, daß selbst die Gelehrten solche Vorstellung von der Verbreitung der Flüssigkeiten in den Pflanzen hatten; die neuere Wissenschaft indessen ist durch genauere Untersuchungen zu der Ueberzeugung ge-

kommen, daß die Verbreitung der Flüssigkeiten im Pflanzenkörper auf ganz anderem Wege vor sich geht.

Die Pflanzenkörper bestehen aus dicht aneinander gedrängten, ganz kleinen Zellen. Die Wände dieser Zellen sind außerordentlich fein; aber sie sind doch vollkommen geschlossen, so daß kein Kanal von einer Zelle zur andern führt. Jede Zelle ist im natürlichen Zustand mit Flüssigkeit gefüllt, ohne daß eine Oeffnung da ist, wo sie hinein oder herauskommen kann. Dahingegen besitzen gerade die Wände der Zelle die Eigenschaft, die Flüssigkeit durch eine Art Ausschwitzung von sich zu geben und dafür durch Einschwitzung eine Flüssigkeit aufzunehmen; und dieses Aus- und Einschwitzen geschieht hauptsächlich zwischen zwei Zellen, sobald die Flüssigkeiten in beiden verschiedenartig sind. Denkt man sich, daß in einer Zelle eine Flüssigkeit eingeschlossen ist, die anders beschaffen als die Flüssigkeit ihrer Nachbarzelle, so findet der Austausch so lange statt, bis beide Flüssigkeiten vollkommen zu gleicher Mischung geworden sind.

Man kann interessante leicht auszuführende Versuche anstellen über diese Erscheinung, die wir bereits als Diffusion kennen gelernt haben, und wir werden bei einer anderen Gelegenheit hiervon noch weiter Mittheilung machen. Für jetzt müssen wir uns begnügen darzuthun, daß das Wasser, das in die Wurzel einer Pflanze dringt, sich nicht wie etwa in einem Docht hinaufzieht in die Pflanze, sondern daß dieses Wasser zunächst eine Veränderung der Flüssigkeiten in den Zellen der Wurzel

hervorbringt. Diese Veränderung veranlaßt die nächste Zelle, ihre Flüssigkeit mit der veränderten auszutauschen, und so geht die Austauschung von Zelle zu Zelle fort durch die ganze Pflanze, bis die Wirkung des Wassers, das in die Wurzel eingetreten ist, hinaufgelangt bis zum feinsten Blättchen an der Spitze der Pflanze.

In dieser Weise findet in einer Pflanze ein fortwährender Säfte-Austausch statt, und jeder Pflanzentheil erhält statt seiner bereits verbrauchten Flüssigkeit stets neue, sobald nur die Wurzel neues Wasser aufnimmt. Da nun Wasser aus Sauerstoff und Wasserstoff besteht, so gelangen in dieser Weise diese Stoffe in die Pflanze, aus welchen die Pflanze selber sich aufbaut.

Viele und zwar die meisten unserer genießbaren Pflanzen enthalten aber auch noch eine Portion Stickstoff, und obwohl wir wissen, daß die Blätter der Pflanzen Oeffnungen haben, durch welche sie Kohlensäure aus der Luft zu sich nehmen, obwohl nun die Luft zum allergrößten Theil aus Stickstoffgas besteht, so nimmt doch die Pflanze ihren Stickstoff nicht aus der Luft auf, sondern sie bezieht ihn ebenfalls durch die Wurzel und zwar in einer chemischen Verbindung mit Wasserstoff, die man Ammoniak nennt.

Das Ammoniak ist eigentlich ein Gas und es entsteht allenthalben aus thierischen Körpern, die in Verwesung übergehen, und veranlaßt damit den sehr durchdringenden Geruch, der sich hierbei entwickelt. Wasser hat indessen die Eigenschaft, einen außerordentlich großen

Theil dieses Gases in sich aufzunehmen, je ein Maß Wasser kann 700 Maße Ammoniakgas aufnehmen, so daß hierdurch die Ammoniakflüssigkeit entsteht, welche in jeder Apotheke zu haben ist.

Der Dünger, der zum großen Theil aus verwesenden Stoffen besteht, entwickelt nun im Boden, mit dem er vermischt worden ist, das Ammoniakgas. Der Luft sind gleichfalls stets kleine Mengen von Ammoniak beigemischt. Das Regenwasser indessen, das hinzukommt, nimmt dieses Gas in sich auf, und die Wurzeln, die das Wasser in sich aufnehmen, bringen auf diesem Wege den nöthigen Stickstoff in die Pflanze.

V. Womit und wie man die Pflanzen füttern muß.

Nachdem wir nun gesehen haben, wie die chemischen Stoffe in die Pflanzen hineingelangen, haben wir noch einige andere Stoffe zu betrachten, die gleichfalls Bestandtheile der Pflanzen sind, und dann werden wir sofort auf die eigentlichen Grundsätze der landwirthschaftlichen Chemie in aller Kürze kommen können.

Jedermann weiß, daß wenn man Holz, Stroh oder andere Pflanzenstoffe verbrennt, eine Portion Asche unverbrennlich zurückbleibt. Wo kommt diese Asche her? und woraus besteht diese Asche?

Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff geben keine Asche. Diese Hauptstoffe der Pflanze gehen bei der Verbrennung davon, sie werden alle luftförmig und lassen keinen Rückstand übrig. Die Asche rührt von anderen Stoffen her, die jede Pflanze in sich haben muß, und dies sind einige Erdstoffe, Kalkverbindungen und Salze.

Die hauptsächlichsten Stoffe, die die unverbrennliche Asche bilden, sind: die metallischen Stoffe Kalium, Natrium, Kalk, Magnesia und Eisenoxyd, und hierzu kommen noch Phosphorsäure, Schwefelsäure, Salzsäure, Kohlensäure und Kieselsäure, die mit den erst genannten Metallstoffen chemische Verbindungen eingegangen sind.

Will man nun wissen, welch' ein Boden für eine bestimmte Pflanze tauglich ist, so muß man nicht nur die Hauptstoffe dieser Pflanze, sondern auch deren Asche untersuchen und sehen, welcher Art diese Asche ist. Die Asche von Weizen ist durchaus verschieden von Kartoffel-Asche, die Asche des Büchenholzes ist anders als die vom Kienholze. Jede Art Pflanze hat eine andere Art Asche, die von anderen Stoffen herrührt, und deshalb hat die landwirthschaftliche Chemie große Sorgfalt auf die Untersuchung der Asche von jeder Pflanze verwendet, und ausführliche Angaben sowohl über die Stoffe, wie über die Menge und Mischung derselben gemacht.

Diese Bestandtheile, deren Stoffe wir eben angegeben haben, sind wirkliche Bestandtheile der Pflanzen

und nicht diesen zufällig beigemischt. Die genauesten Versuche haben gezeigt, daß man nicht im Stande ist, eine Pflanze auf einem Boden zu ziehen, der wohl Stoffe hat, aus welchen später Asche wird, dem aber grade die Stoffe fehlen, welche in der Asche dieser besonderen Pflanze enthalten sind. Und deshalb wird der Boden des Ackerlandes von dem wissenschaftlich gebildeten Landwirthe stets chemisch untersucht, damit er erfahre, welche Saat er diesem bestimmten Boden anvertrauen kann.

Wir können hier nicht die Art, wie man den Boden chemisch untersucht, angeben. Wir wollen nur soviel sagen, daß es jetzt ausreicht, ein Glas voll Erde aus einem Ackerland zu einem tüchtigen Chemiker zu bringen, um von ihm zu erfahren, welche Pflanze hier gedeihen wird, oder welchen Stoff man künstlich hineinbringen muß in den Boden, um eine gewisse Pflanze mit Erfolg darauf ziehen zu können. — Als Hauptgrundgesetz aber steht das Eine fest, daß Asche-Bestandtheile nur durch die Wurzel in die Pflanze gelangen, und da die Wurzel nur Wasser aufnimmt, so müssen alle die Stoffe, die wir eben als die Asche gebenden angeführt haben, in solcher Verbindung in der Erde vorhanden sein, daß sie sich im Wasser auflösen können.

Nach diesen allgemeinen Grundzügen der landwirthschaftlichen Chemie sind wir im Stande, unsern aufmerksamen Lesern manche Erscheinung in der Landwirthschaft zu erklären, die sonst selbst den Landwirthen, die sie täglich vor sich sehen, ein Räthsel war,

und manche von den Arbeiten des Landmannes verständlich zu machen, die der ungebildete Bauer verrichtet, ohne den Nutzen noch den Zweck derselben sich deutlich machen zu können.

Vor Allem pflügt der Landman den Boden, d. h. er lockert ihn auf und wirft die Schollen um, damit das, was früher auf dem Boden war, jetzt unter denselben kommt, und was unten, jetzt obenauf liege. Zu welchem Zweck geschieht dies? Es geschieht, damit der Regen und der Sauerstoff der Luft tiefer in den Boden eindringe, als es im festen Boden möglich ist. Wenn im Boden feste Stoffe vorhanden sind, die zur Speise der Pflanze, die er säen will, dienen können, so helfen sie dem Landmanne nichts. Die Stoffe müssen ja erst im Wasser aufgelöst sein, ehe sie in die Pflanze eintreten können. Nun haben wir schon an dem Kohlenstoff gesehen, daß er ein fester Körper ist, so lange er allein bleibt, daß er aber luftförmig wird, sobald er sich mit Sauerstoff verbindet. Befindet sich nun im Boden eines Ackerlandes eine große Masse von Wurzeln vorjähriger Pflanzen, so helfen sie, sobald sie sich nicht schnell im Regenwasser auflösen können, nichts für die Nahrung der neuen Pflanze. Werden aber diese Wurzeln nach oben geworfen, wo Luft und Regen auf sie einwirken, dann gehen sie in Verwesung über oder richtiger, sie verbinden sich meistens mit dem Sauerstoff der Luft und werden dadurch im Wasser löslich, und der nächste Regen, der über das Feld fällt, wird schon getränkt mit Speisestoffen für die neue Pflanze, und sie

gedeiht ungleich besser, als wenn der Boden nicht umgekehrt worden wäre.

Die Hauptsache aber bleibt die Düngung des Feldes und die Bedeutung derselben wollen wir nunmehr kennen lernen.

VI. Die Düngung des Feldes.

Die wichtigste Aufgabe der landwirthschaftlichen Chemie besteht in der genauen Untersuchung des Düngers, in der Erforschung seiner Bestandtheile und in der fortschreitenden Kenntniß von der Wirksamkeit jedes Theiles des Düngers.

Der Unkundige wird es kaum glauben, wenn wir versichern, daß die weltberühmtesten Chemiker unserer Zeit gerade hierauf ihr Augenmerk gerichtet und in der Untersuchung solcher Stoffe, die gewöhnlich Ekel erregend sind, unermüdliche Thätigkeit entwickelt haben. Dafür aber hat die Landwirthschaft schon so viel gewonnen, daß man weiß, welche Stoffe es sind, die dem Dünger eigentlich seinen Werth verleihen, daß schon viele Wirthschaften auf einem wissenschaftlichen Fuße eingerichtet sind und ihre Fruchtbarkeit sich ungemein dadurch gesteigert hat. Ja, man darf hoffen, daß mit der Verbreitung chemischer Kenntnisse und deren Anwendung auf die Landwirthschaft die Fruchtbarkeit unserer Felder stets zunehmen werde.

Der natürliche Dünger besteht aus faulenden Pflanzen und in Fäulniß übergegangenen Thierstoffen. Die abgefallenen Blätter der Bäume, das Kraut vieler Pflanzen und die in der Erde liegenden Wurzeln bestehen aus denselben Stoffen, aus denen die Natur neue Pflanzen schaffen kann; aber sie müssen, wie wir bereits wissen, zu diesem Zwecke im Wasser auflöslich, und damit sie das werden, müssen sie in Fäulniß übergegangen sein und sich zu einer schwarzen Masse verwandelt haben, die man Humus nennt. Es wird schon Jedermann beobachtet haben, wie ein Blatt im Herbst, wenn es abgefallen ist, anfängt braun zu werden, endlich schwarz und dann krümlicht wird, so daß es in Staub zerfällt, der vom Regen weggespült und der Erde beigemischt wird. Ganz in derselben Weise geschieht es mit allen Pflanzenresten, und diese Fäulniß, dieses Rückkehren zu den Urstoffen ist die Quelle eines neuen Pflanzenlebens, denn die neue Saat wird von jenen Stoffen der alten Pflanzen gespeist.

Aber eine Pflanzenspeise ist es, die dem Humus hauptsächlich fehlt, und diese ist darum für uns von großer Wichtigkeit, weil dieser Stoff dem thierischen Leib ganz unumgänglich nöthig ist. Und dieser Stoff ist der Stickstoff.

Wir haben es bereits erwähnt, daß ein großer Theil der Pflanzen nur aus den drei Stoffen, Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff besteht; dahingegen ist in Thieren und Menschen der Stickstoff ein Hauptbestandtheil, und deshalb haben diejenigen Pflanzen, die

auch Stickstoff enthalten, die größte Wichtigkeit für Thiere und Menschen.

Weshalb sättigen Obst- und Gemüse-Arten den Menschen so wenig, und warum muß er zu seiner Hauptnahrung gerade Getreide und Hülsenfrüchte haben? — Es rührt dies daher, daß in Obst- und Gemüse-Arten der Stickstoff meist ganz fehlt, im Getreide und in Hülsenfrüchten aber der Stickstoff in reicherem Maße vorhanden ist. Da aber das Fleisch unseres Leibes stickstoffhaltig ist, so müssen wir, um dasselbe stets neu zu bilden, auch stickstoffhaltige Stoffe genießen. Und daher rührt die Wichtigkeit der stickstoffhaltigen Pflanzen, deren Erziehung eigentlich die Hauptaufgabe der Landwirthschaft ist.

Soll aber eine stickstoffhaltige Pflanze, soll Getreide oder Hülsenfrucht gedeihen, so muß sie im Boden Stickstoff vorfinden, und dieser ist im Humus, in den verfaulten Pflanzenresten nicht oder in nur geringem Maße vorhanden; er muß vielmehr dem Boden zugebracht werden, und zwar durch in Fäulniß übergegangene Thierstoffe. Und das ist es, was den sonst Ekel erregenden Abgängen von Thieren und Menschen den hohen Werth für die Landwirthschaft verleiht, so daß das, was wir nicht schnell genug aus den Häusern und Städten entfernen können, von den Landwirthen als kostbarer Stoff auf die Felder gebracht wird.

Der Stickstoff ist in dem Dünger aus Thierabgängen in jener Form vorhanden, die wir bereits erwähnt haben, nämlich in der Verbindung mit Wasser-

stoff, als Ammoniak. Das Ammoniak, das vom Regenwasser aufgesogen wird, gelangt durch die Wurzel in die Pflanze, und hierdurch bietet der Thier- und Menschendünger in leichter Weise der Pflanze eine Speise dar, die sonst in der Natur zwar sehr reichlich vorhanden ist, aber nicht in der Form, in welcher sie im Wasser sich auflösen kann.

Und hier gerade ist es, wo die wissenschaftliche Landwirthschaft ganz außerordentliche Erfolge erzielt hat. Seit unendlichen Zeiten hat man das Feld gedüngt, aber so lange man nicht wußte, was denn im Dünger so wohlthätig wirkt, hat man den Dünger nicht durch ein anderes Mittel ersetzen können. Die Landwirthe waren genöthigt, stets einen großen Viehstand zu halten, damit sie Dünger für ihre Felder haben, und die Frucht ihrer Felder mußte wiederum dienen, den Viehstand zu erhalten. — Seitdem man aber weiß, daß es nur hauptsächlich das Ammoniak ist, das auf die Felder so wohlthätig einwirkt, hat man angefangen, andere Düngmittel zu suchen, die reich an Ammoniak sind, ohne daß sie mit so viel Unbequemlichkeit verbunden sind, wie die Pflege und Verarbeitung des Düngers.

Die gemahlenen Knochen, das Rapsmehl und der Guano sind jetzt die Düngmittel in wissenschaftlich getriebenen Landwirthschaften. In England sind diese Düngmittel, die sehr reich an Stickstoff sind, sehr gebräuchlich; in Deutschland zeichnet sich Sachsen dadurch aus, indem daselbst die größeren Wirthschaften schon seit zwanzig Jahren mit diesen neuen bequemen, keinen

Viehstand erfordernden Mitteln düngen, und nach dem Zeugniß der gebildetsten Sachkenner stets einen steigenden Ertrag in ihrer Ernte erzielen, der bei dem gewöhnlichen Dünger nicht möglich gewesen wäre. In den letzten Jahren hat die Benutzung des künstlichen Düngers sich in immer weitere Kreise Eingang verschafft, und wird bereits in allen Gegenden angetroffen.

VII. Die wissenschaftliche Untersuchung des Düngers.

Aber nicht nur einen Ersatz des gewöhnlichen Düngers wußte die landwirthschaftliche Chemie ausfindig zu machen, sondern sie hat auch eine wissenschaftliche Behandlung des bisherigen Düngers gelehrt, und wenn diese Lehre nur erst wird im Bauernstand um sich gegriffen haben, dann wird die Einnahme des Landmannes sich erhöhen, der Speisestoff billiger werden und auch die Gesundheit der Menschen sich wesentlich verbessern.

Es ist nämlich eine Eigenschaft des natürlichen Düngers, daß er erst dann wirksam auf die Pflanze ist, wenn er in Fäulniß übergegangen ist. Dadurch entsteht dann der widerwärtige Geruch, der die Luft verpestet; denn das Ammoniak, die eigentliche werthvollste Pflanzenspeise, ist ein Gas, das in der Luft verfliegt. Hierdurch aber entsteht nicht nur oft Erkranken von Thieren und Menschen, besonders in warmer, trockener

Jahreszeit, sondern der Dünger verliert dabei seine eigentliche Nährkraft für die Pflanzen und liefert, auf das Feld gebracht, eine nur spärliche Ernte.

Die Bauern haben das unschickliche Sprüchwort: „was stinkt, das düngt!" und freuen sich, wenn der Dünger einen recht stechenden Geruch hat, aber sie wissen nicht, daß dieses üble Sprüchwort ihnen auch viel Uebel verursacht und großen Schaden zufügt. Es ist ganz richtig, daß gerade derselbe Stoff, der so eindringlich widerlich im Geruch, das wirkliche Düngmittel ist; aber gerade das, was schon gerochen wird, das ist in die Luft verflogen und düngt nicht mehr. Der übelriechende Dünger verliert mit jedem Augenblick seinen Werth, sein Ammoniak verfliegt und es bleiben nur die Reste übrig, die wohl Asche, aber nicht Nahrung den Pflanzen darbieten.

Die landwirthschaftliche Chemie hat nun ein einfaches Mittel, diesen Uebeln abzuhelfen, und es wird dasselbe auch von gebildeten Landwirthen angewandt, so daß der Dünger dort nicht riecht, aber dafür vortrefflich düngt. Der gebildete Landwirth begießt den Dünger mit Schwefelsäure; dadurch bildet sich das geruchlose schwefelsaure Ammoniak, das als ein chemisches Salz auch in unseren Apotheken zu haben ist. Dieses Salz löst sich mit Leichtigkeit im Wasser auf und liefert den Pflanzen nicht nur eine reichliche Ammoniak-Speise, sondern auch Schwefel, der ebenfalls ein Bestandtheil der nährenden Fruchtarten ist, und hierbei ist außerdem noch der Vortheil, daß durch die Lösung

noch andere Stoffe des Düngers oder des Bodens, die sonst unlöslich bleiben, jetzt sich leichter im Regenwasser auflösen.

Es ist eine wissenschaftlich ganz ausgemachte Thatsache und sie wird von der Landwirthschaft bestätigt, daß durch Aufwand von einem einzigen Groschen für Schwefelsäure der Dünger um fünf Groschen mehr werth wird, als wenn man ihn ohne Schwefelsäure läßt.

Man sollte kaum glauben, daß solch eine leichte Lehre, gestützt auf gute und gründliche Erfahrungen, so schwer Eingang bei den Bauern finden könne, und doch ist es der Fall. Der ungebildete Bauer ist von einem Eigensinn und Dünkel besessen, der sehr schwer zu bekämpfen ist, der leider aber ihm zum Schaden und der Menschheit zum Nachtheil gereicht.

Aber nicht nur den Eigensinn des Bauern allein haben wir zu beklagen, sondern auch in den Städten ist der Sinn für wissenschaftliche Chemie noch sehr unausgebildet, und gerade in Bezug auf den Dünger sehen wir selbst gebildete Hauswirthe ein Mittel der Chemie verschmähen, das ihr Haus vor verpestendem Geruch bewahren und den Werth ihrer Mistgruben erhöhen kann.

Das Eisenvitriol, eine Verbindung von Eisenoxydul und Schwefelsäure, ist ein vortreffliches Mittel, den Geruch der Abtritte vollkommen zu vernichten. Während die Schwefelsäure nur das Ammoniak geruchlos macht, wird durch das Eisenvitriol auch der weit ekelhaftere Geruch des Schwefelwasserstoffs, der nach faulen Eiern

riecht, vernichtet. Hierdurch aber entsteht eine wesentliche Verbesserung des häuslichen Düngers, und die Hauswirthe würden, wenn sie nur die Probe machen wollten, schon die Bauern zur Ueberzeugung bringen, daß der nichtriechende Dünger der bessere ist, weil er seine eigentliche Nährkraft nicht in die Luft sendet, sondern der Pflanze abgiebt. — Die Erfahrungen haben gelehrt, daß durch solche vernünftige Behandlung des Düngers ein Getreideland nahe um ein Drittel mehr Frucht bringt, und Grasland sogar eine fünfmal bessere Ernte lieferte, als bei gewöhnlichem Dünger.

Freilich giebt es schon gebildete große Gutsbesitzer, die der landwirthschaftlichen Chemie Ehre machen und dabei reichlichen Gewinn erzielen. Allein so lange die landwirthschaftliche Chemie nicht bis zu den Bauern hinabdringt, so lange ist ein wesentlicher Gewinn für das gesammte Volk nicht zu erwarten.

Die allgemeine Belehrung des Landvolkes ist daher von der größten Wichtigkeit für den Menschen, und diese Belehrung, die wir hier freilich nur in aller Kürze anführen konnten, ist eben nur durch die Verbreitung chemischer Kenntnisse möglich.

VIII. Die Entdeckung neuer Stoffe.

Nachdem wir unsern Lesern in das Wesen der neuern landwirthschaftlichen Chemie einen Einblick verschafft

haben, werden sie sicherlich den Nutzen der Pflege der organischen Chemie nicht mehr bezweifeln und wir wollen jetzt die zwei andern Hauptaufgaben der Chemie kennen lernen, um auch deren Bedeutung einmal zur allgemeinen Kenntniß zu bringen.

Wir haben bereits erwähnt, daß es die zweite Hauptaufgabe der organischen Chemie ist, aus den Pflanzen- und Thierstoffen, die außerordentlich mannigfaltig sind, neue chemische Stoffe zu entdecken; neue Stoffe, die dann durch die Kunst und die Wissenschaft für die Menschheit nutzbar gemacht werden können.

Es ist rein unmöglich, die Zahl der neuen Stoffe, die bereits entdeckt sind, auch nur entfernt anzugeben. Wollte man auch nur die Namen all' der Stoffe und ihrer Verbindungen anführen, die seit den letzten Jahren entdeckt worden sind, so würden sie schon in die Tausende hineingehen. Ein Chemiker, der ein Jahrzehnt nicht auf den Fortschritt dieser Wissenschaft geblickt hat, würde erschrecken vor all' dem großen Material, das er plötzlich vorfände und nun zu studiren hätte.

Wir haben schon gesagt, daß die Zahl der neuen Stoffe so groß ist, daß die Sprache verlegen ist, ihnen allen Namen zu geben, und man sich jetzt schon mit sehr künstlichen Mitteln behelfen muß, um die Stoffe ähnlicher Gattung genauer von einander zu unterscheiden.

Als eins von vielen unzähligen Beispielen wollen wir Folgendes anführen. Jeder unserer Leser kennt den Steinkohlentheer, der bei der Darstellung des Leuchtga-

gases aus Steinkohlen als Nebenprodukt gewonnen wird, mit welchem man die Dorn'schen Dächer oder Holz überzieht, um sie gegen das Eindringen von Feuchtigkeit zu schützen. Aus diesem Theer kann man ein Oel ziehen, wonach ein Stoff übrig bleibt, den man künstlichen Asphalt nennt und der zum Straßenpflaster dient. Aus diesem Theer sind aber noch ganz andere Stoffe gewonnen worden, die selbst dem Namen nach den Lesern unbekannt sein werden. Man gewinnt aus ihm Kyanol, Pyrrol, Leukol, Karbolsäure, Brunolsäure, Naphtalin und noch mehrere andere Stoffe. Von diesen Stoffen ist das Naphtalin ein kampferähnlicher Körper, der wieder der Stammvater einer großen Masse neuer Stoffe ist. Durch Einwirkung von Salpetersäure gewinnt man aus dem Naphtalin eine große Reihe neuer Stoffe, die in ihrer Wirkung und Natur sehr verschieden sind. — In Verbindung mit Chlor macht das Naphtalin nochmals die Reihe der Verwandlungen zu einem Dutzend neuer Stoffe durch, und jedem dieser Stoffe steht noch das Schicksal bevor, ein Stammstoff für viele Dutzend anderer neuer Stoffe zu werden.

Aehnlich verhalten sich die andern aus dem Theer dargestellten Stoffe. Durch Behandlung mit anderen Substanzen erhält man aus jedem der obengenannten Körper eine ganze Reihe neuer Verbindungen. So gewinnt man aus dem Kyanol, das gegenwärtig unter dem Namen Anilin der Stammhalter einer großen Gruppe wichtiger Stoffe geworden, das Rosanilin, Chrysanilin, Violanilin, Fuchsin u. s. w.

Es läßt sich voraussehen, daß das Gebiet der Entdeckungen neuer Stoffe ganz unbegrenzt ist und es bald an Worten fehlen wird, um jedem neuen Stoff, der in der Zukunft noch entdeckt wird, seinen Namen zu geben. — Diese Mannigfaltigkeit aber herrscht nur in der organischen Natur, obwohl sie meisthin nur aus den vier Urstoffen besteht, mit welchen wir unsern Abschnitt begonnen haben, aus Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff.

Freilich könnte man fragen: welchen Nutzen gewähren diese neuen Stoffe? Wie viele von ihnen wußte man schon zum Wohl der Menschheit zu verwenden? Was kümmert es uns, wenn die neuen Stoffe die Laboratorien der Chemiker füllen, sobald sie noch nicht für gewisse Zwecke brauchbar geworden sind?

Auf diese Fragen giebt das von uns gewählte Beispiel die schlagendste Antwort. Gerade die Stoffe, welche aus dem unscheinbaren Steinkohlentheer dargestellt werden, haben in den letzten Jahren eine Bedeutung gewonnen, daß sie nicht nur in großen Fabriken dargestellt, sondern überhaupt einen großen Theil der Gesammtindustrie umgestaltet haben.

Nachdem nämlich die Chemiker Hoffmann und Perkin in den Jahren 1857 und 1858 durch chemische Behandlung des Anilin aus demselben einen schönen rothen Farbstoff, den Anilinpurpur, dargestellt hatten, bemächtigte sich die Industrie bald dieser neuen Entdeckung und fand die Mittel, diesen Farbstoff zum Färben von Seide, Wolle und Baumwolle zu verwerthen. Weitere For-

schungen führten aber bald dahin, nicht nur eine Purpur-Farbe aus dem Anilin zu gewinnen, sondern auch blaue, violette, rothe, grüne, gelbe, ja fast alle Farben wurden aus dem Anilin und den andern Abkömmlingen des Steinkohlentheers dargestellt. All' diese Farben zeichnen sich durch einen prachtvollen Glanz aus, so daß sie die bis dahin gebrauchten Farbstoffe fast ganz verdrängt haben. Es ist jetzt allgemein bekannt, daß unsere Zeuge ausschließlich mit den glänzenden Anilinverbindungen gefärbt werden.

Die wissenschaftliche Untersuchung nach neuen Stoffen hat somit in diesem Gebiete den großartigsten praktischen Erfolg gehabt. Stoffe, welche in den chemischen Werkstätten der Gelehrten des wissenschaftlichen Interesses wegen hergestellt wurden, sind Fabrikationszweige geworden, die viele Hundert Menschenhände beschäftigen und viele Familien ernähren.

Um noch ein Beispiel hierfür anzuführen, wollen wir eines zweiten chemischen Erzeugnisses erwähnen, das jetzt ein nothwendiger Artikel für den Photographen geworden ist. Als vor zwanzig Jahren die Lichtbilder erfunden wurden, war man nicht im Stande, solche Bilder vor der Einwirkung des Tageslichtes zu schützen, so daß man sie nur Abends bei Lampenlicht ansehen und anstaunen konnte. Da wurde denn die weitere Entdeckung gemacht, daß ein Salz, und zwar eine Art halbfertiges Glaubersalz, das unterschwefligsaure Natron, die Bilder vor weiterer Licht-Einwirkung schütze. Dieses Salz, das man sonst nur in chemischen Laboratorien

Gelehrten-Rarität darstellte, kostete damals an zwei Thaler das Loth; jetzt wo man es allgemein anwendet, ist es ein großer Handels-Artikel geworden und man fabrizirt es in solcher Masse, daß das Pfund nur sechs Silbergroschen kostet.

Wir haben bei der landwirthschaftlichen Chemie gesehen, daß die Praxis sich noch nicht der Vortheile der neuen Entdeckungen zu bemächtigen versteht; wir können dies von der Entdeckung neuer Stoffe nicht sagen. Die Aufgabe der Chemiker ist es, diese zu finden, und sie arbeiten rüstig daran; sie nutzbar zu machen, ist Aufgabe der Welt der Arbeiter, der Künstler, der Technologen, der Polytechniker, und diese — das müssen wir sagen — halten in ihren Fortschritten, die wahrlich bedeutend sind, mit der chemischen Wissenschaft gleichen Schritt.

Darum aber gebührt der chemischen Wissenschaft die Ehre und besondere Vorliebe des Volkes.

IX. Die freiwilligen Veränderungen der Pflanzenstoffe.

Die interessante Aufgabe der organischen Chemie, die wir unsern Lesern noch vorführen wollten, ist die Beobachtung, die Erforschung und die Anordnung der freiwilligen Veränderungen, welche hauptsächlich die

Pflanzenstoffe annehmen, wenn sie verschiedenen Einflüssen ausgesetzt sind.

Um dies deutlicher zu machen, wollen wir die bekannte Thatsache anführen, daß es viele Früchte giebt, die ihre Beschaffenheit bedeutend verändern, wenn man sie ruhig liegen läßt. Viele Aepfelsorten, die in frischem Zustande sauer und hart sind, werden erst genießbar, wenn sie einige Monate gelagert haben. Man sollte kaum glauben, daß dies auch Chemie ist, aber es ist in Wirklichkeit ein chemischer Vorgang, der in dem Apfel stattfindet. Mohrrüben werden, wenn sie lange liegen, holzig, das ist auch ein chemischer Vorgang, denn es ist ja die Umwandlung eines Stoffes in einen andern. Mit den Kartoffeln geht gleichfalls eine wichtige Umwandlung vor, wenn man sie liegen läßt. Wir wollen diese freiwilligen Verwandlungen einmal näher kennen lernen, denn wir werden später sehen, welch' wichtige Resultate man daraus zieht.

Die Kartoffeln haben einen Hauptbestandtheil von Stärkemehl, welches eigentlich der Kartoffel ihren Werth giebt; aber sie hat nicht zu allen Zeiten einen gleichen Reichthum davon. 100 Pfund Kartoffeln haben im August 10 Pfund Stärkemehl in sich, im September steigt der Mehlgehalt und 100 Pfund von derselben Kartoffelsorte haben in diesem Monat schon 14 Pfund Stärkemehl in sich. Im Oktober wird die Kartoffel noch besser; 100 Pfund Kartoffeln enthalten dann 15 Pfund Stärke; im November hat sie 16 Pfund; im Dezember 17 Pfund; im Januar 17 Pfund; im Februar 16 Pfund; im März

15 Pfund; im April 13 Pfund; im Mai 10 Pfund. Im Juni und Juli werden sie weich, schleimig und süß von Geschmack. Ja, schon im Frühjahr fangen sie an, Wurzeln auszustecken und werden bartig oder richtiger auswüchsig.

Das Alles sind chemische Veränderungen des Inhalts der Kartoffeln, und dies wird nun Jedermann zur Ueberzeugung bringen, daß in den Pflanzenstoffen etwas ganz Eigenes vorgeht, selbst wenn man mit ihnen nichts vornimmt und sie scheinbar ganz ruhig liegen bleiben.

Dies alles zu beobachten, ist die interessante Aufgabe der Chemiker; aber das Interessante ihrer Aufgabe wird von dem Nutzen weit überwogen, den uns ihre Erforschungen dieser Thatsachen bringen.

Der Chemiker zerlegt nicht nur jede Pflanze und jede Frucht und lernt dadurch, woraus die Natur diese Dinge aufgebaut hat, sondern er erforscht auch die Veränderungen, welche mit der Pflanze oder deren einzelnen Theilen oder Früchten vorgehen, wenn man sie sich selber überläßt, wenn man sie im Wasser weicht, wenn man sie der Wärme aussetzt, wenn man sie dem Licht ausstellt oder sie im Finstern läßt, wenn man sie mit andern Stoffen in Berührung oder Mischung bringt. Mit einem Worte: der Chemiker studirt auf's Fleißigste die große Reihe von freiwilligen und künstlichen Umwandlungen, die ein Pflanzenstoff durchmacht vom Augenblicke an, wo man ihn von der Wurzel abschneidet, bis zu dem Moment, wo er ganz zerfallen und wieder in die

Urstoffe verwandelt ist, aus denen er einst von der Natur aufgebaut worden.

All' das, was man im gewöhnlichen Leben: Brennen, Sengen, Verkohlen, Modern, Faulen, Verwesen, Gähren, Gerinnen, Dumpfigwerden, Schalwerden, Sauerwerden, Verbleichen, Verschießen und Zerfallen nennt, das Alles sind chemische Veränderungen der organischen Stoffe, deren Kenntniß von der größten Wichtigkeit ist; denn nur durch diese Vorgänge, die theils freiwillig, theils künstlich eintreten, erhält man Veränderungen der Pflanzenstoffe, aus denen die nützlichsten Dinge der Welt gemacht werden.

Um die Wichtigkeit dieser Vorgänge, deren Studium und Anwendung für praktische Zwecke zu zeigen, wollen wir wieder die Kartoffel als Beispiel nehmen und einmal in aller Kürze darthun, wie und auf welchem Wege man durch solche Veränderungen aus der Kartoffel Mehl machen kann; aus dem Mehl Gummi; aus dem Gummi Dextrin; aus dem Dextrin Zucker; aus dem Zucker Spiritus; aus dem Spiritus Essig. Unsere Leser werden hieraus ersehen, wie viel Brauer, Brenner und Fabrikanten der verschiedensten Zweige, wie viel überhaupt die Welt, die Fabrikate der Art benutzt, der Chemie zu verdanken hat.

Wenn wir aber versichern, das all' die Veränderungen und deren Studium noch geringfügig genannt werden dürfen gegenüber den praktischen Folgen der chemischen Studien im Ganzen, so wird es Jedermann einleuchten, daß die Chemie zu den Wissenschaften gehört,

die Niemandem in der Welt mehr unbekannt sein dürfen, der auf einen, wenn auch nur geringen Grad der Bildung Anspruch machen will.

X. Die Verwandlung einer Kartoffel in Mehl und Stärke.

Um die Verwandlungen kennen zu lernen, welche die chemische Kunst durch geeignete Behandlung der Pflanzen hervorzubringen vermag, wollen wir nunmehr die Verwandlungen der bei uns so wichtig gewordenen Kartoffel, aus der man fast Alles machen kann, vorführen.

Einige kleine Versuche, die man sehr leicht selbst anstellen kann, werden unsern Lesern hoffentlich willkommen sein. —

Man schneide einige abgeschälte rohe Kartoffeln in dünne Scheiben und übergieße sie mit Wasser, in welches man etwas Schwefelsäure gemischt. Das Wasser braucht nur schwach angesäuert zu sein, so daß auf ein Loth Wasser vier Tropfen Schwefelsäure vollkommen ausreichen.

Läßt man die Kartoffelscheiben durch 24 Stunden in diesem angesäuerten Wasser stehen, so ist mit ihnen eine chemische Verwandlung vorgegangen, die wir sogleich kennen lernen werden. Man gieße jetzt das gesäuerte Wasser ab und spüle die Kartoffelscheiben mit reinem

Wasser so lange, bis jede Spur von Säure verschwunden ist. Läßt man nun die Kartoffelscheiben in einer mäßig warmen Ofenröhre vollkommen abtrocknen, so sind die Kartoffelscheiben zerreiblich geworden und bilden das bekannte Kartoffelmehl.

Die Kartoffel wird in dieser Weise in Mehl verwandelt. Aus einer Berechnung des verdienstvollen Naturforschers Professor Magnus in Berlin folgt zwar, daß eine solche Umwandlung als Gewerbe im Großen nicht lohnend ist; jedoch in kleinen Wirthschaften, wo man dergleichen als Nebenbeschäftigung treiben kann, wird diese Operation vielfach vorgenommen, und man verdankt derselben das für Backwerke und in Haushaltungen sehr beliebte Kartoffelmehl, das man in den Mehlhandlungen käuflich haben kann.

Die Verwandlung, die hier mit der Kartoffel vor sich gegangen ist, besteht darin, daß sowohl das Pflanzen-Eiweiß der Kartoffel wie die Pflanzenfaser und ein Farbestoff, den sie enthält, im angesäuerten Wasser aufgelöst worden sind. Da man nun dies Wasser fortgespült hat, so blieb von der Kartoffel nur ihr werthvoller Hauptbestandtheil, das Stärkemehl, übrig.

Was dieses Mehl von Weizenmehl unterscheidet, ist, daß im Weizenmehl ein großer Reichthum von Kleber vorhanden ist, einem nahrhaften klebrigen Stoff, der mit dem Eiweiß in seiner Zusammensetzung vollkommen übereinstimmt, weshalb sich auch Weizenmehl klümperig, während sich das Kartoffelmehl trockenstaubig anfühlt.

Durch geeignete Behandlung verwandelt man das

Kartoffelmehl in die gewöhnliche Stärke, die man zur Wäsche benutzt. Angefeuchtet und unter stetem Umrühren gelind erhitzt, erhält man aus der Stärke harte hornartige Krümelchen, die man Sago nennt, weil sie die größte Aehnlichkeit mit der echten Sago haben, welche aus Stärkemehl bereitet wird, das sich im Marke mancher Palmbäume Indiens befindet. Die unechte Sago schwillt wie die echte mit kochendem Wasser übergossen auf und bildet glasartige weiche Kügelchen, die ein beliebter Zusatz zur Fleischbrühe sind.

Daß man aus der Stärke Kleister bereitet, weiß jede Hausfrau. Hierbei saugen die Stärkekörnchen das heiße Wasser ein und schwellen auf; weniger bekannt dürfte es den Hausfrauen sein, daß unser Reis und Gries ihr Aufschwellen und Kleistrigwerden während des Kochens gleichfalls nur der Stärke verdanken, welche in diesen Speisestoffen vorhanden ist.

Eine bedeutende chemische Veränderung geht in dem Kleister vor sich, wenn man ihn längere Zeit an einem warmen Orte stehen läßt. Er wird nach und nach dünn und sauer und bildet endlich eine Säure in sich aus, die man Milchsäure nennt, denn es ist dieselbe Säure, welche sich beim Sauerwerden der Milch erzeugt. — Auf chemischem Wege kann man die Milchsäure herausziehen und in Verbindung mit andern Stoffen eine große Reihe chemischer Körper aus ihr bilden.

Nicht minder läßt sich die Stärke auf verschiedene Weise in einen andern Körper verwandeln und zwar zunächst in Gummi.

Erhitzt man etwas Stärke in einem Blechlöffel, während man stets umrührt, damit die Stärke nicht anbackt oder anbrennt, so verwandelt sie sich in Gummi, dessen Verwendung zu vielen Zwecken, namentlich als Verbindungs- und Klebemittel bekannt genug ist. Sie nimmt hierbei eine Eigenschaft an, die sie früher nicht hatte. Während die Stärke in kaltem Wasser sich nicht auflöste, löst sich der Gummi vollkommen darin auf, und man sieht hieraus, wie die Wärme allein die Eigenschaft eines Körpers vollständig umkehren und aus einem Stoffe einen ganz andern zu machen vermag.

Wir haben all' die bisherigen Verwandlungen nur angeführt, um vorerst die reichhaltigen Veränderungen zu zeigen, die der Hauptstoff der Kartoffel, das Stärkemehl, erleiden kann; wir wollen aber jetzt zu dem interessanteren Theil der Veränderungen übergehen und zwar zur Verwandlung der Stärke in Zucker.

XI. Die Verwandlung der Kartoffel in Zucker.

Die Verwandlung der Kartoffelstärke in Zucker ist ebenso interessant wie lehrreich.

Man kann diese Verwandlung sehr leicht vollbringen und zwar in folgender Weise:

Man lasse circa fünf Loth Wasser, in welches man

zwanzig Tropfen Schwefelsäure gegossen hat, lebhaft kochen, und schütte theelöffelweise während des Kochens etwa zwei Loth Stärke hinein, die man mit wenig kaltem Wasser zu einem Brei angerührt hat. Das Einschütten des Stärkebreies muß so geschehen, daß hierbei das Sauerwasser nicht aus dem Kochen kommt. Wenn alle Stärke eingeschüttet ist, so lasse man die Mischung noch einige Minuten aufkochen. Nunmehr nehme man sie vom Feuer und schütte in kleinen Portionen Schlemmkreide hinein, bis jede Spur von Säure in der Flüssigkeit geschwunden ist. —

Ist dies der Fall, dann filtrire man die Mischung und koche die klare Flüssigkeit so lange, bis sie stark eindampft. Man wird nun finden, daß aus der Flüssigkeit Syrup geworden ist.

Durch ein geeignetes Verfahren, das man im Kleinen nicht gut nachmachen kann, ist man im Stande, den braunen Syrup in Kandiszucker, in gelben Kochzucker und weißen Stückenzucker zu verwandeln. Die Darstellung des Zuckers aus Stärke geschieht in großen Fabriken und bildet jetzt einen großen Nahrungszweig für viele Menschen.

Das Interessante dieses Versuches ist außerordentlich lehrreich.

Untersucht man den Zucker oder Syrup, so findet man in ihm weder Schwefelsäure noch Kreide. Beide Stoffe, Schwefelsäure und Kreide, sind nämlich beim Filtriren in dem Bodensatz zurückgeblieben. Beide Stoffe haben ihre Dienste geleistet und haben mit dem Syrup

und Zucker nichts mehr zu thun. Worin aber diese Dienste bestanden haben, das ist eben die Frage, die sich die Wissenschaft zu stellen hat und welche wir nunmehr beantworten müssen.

Die Stärke sowohl wie der Zucker sind organische Stoffe, die beide ein und dieselben Bestandtheile haben. Stärke besteht aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff, und Zucker besteht gleichfalls aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff. Aber nicht nur ihre Bestandtheile sind ganz gleich, sondern sie haben von jedem dieser Stoffe auch gleiche Portionen. Genau so viel Sauerstoff und Wasserstoff und Kohlenstoff in einem Pfund Zucker steckt, ganz genau eben so viel Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff stecken in einem Pfund Stärke.

Warum aber bilden diese Stoffe in dem einen Fall Stärke und weshalb bilden eben dieselben Stoffe in ganz gleichem Mengen-Verhältniß in dem andern Fall Zucker?

Man kann sich dies nicht anders erklären, als daß man annimmt, daß in der Stärke diese Stoffe anders zu einander gelagert sind, als in dem Zucker. In der Stärke kann beispielsweise immer ein Atom Wasserstoff in der Mitte zwischen einem Atom Sauerstoff und einem Atom Kohlenstoff liegen, während im Zucker immer ein Atom Sauerstoff oder Kohlenstoff die Mitte zwischen den beiden andern Stoffen einnimmt. Die Verschiedenheit, wie diese Stoffe zu einander gelagert sind, bringt eine Verschiedenheit der Dinge hervor. In der einen Art

der Lagerung bekommt die chemische Verbindung der Stoffe alle Merkmale und Eigenschaften der Stärke, in der andern Art erhalten die verbundenen Stoffe die Merkmale und Eigenschaften des Zuckers.

Zwar läßt kein noch so starkes Vergrößerungsglas, kein noch so kräftiges Mikroskop irgend wie diese Lagerung der Atome oder die Atome selber erkennen; allein es sind die wichtigsten und sprechendsten Anzeichen vorhanden, daß diese verschiedene Lagerung der Atome überhaupt die Verschiedenheit aller Körper von gleichen Bestandtheilen ausmacht, wenigstens steht so viel fest, daß diese Annahme die genügendsten Aufklärungen über eine große Reihe chemischer Räthsel giebt.

In diesem Sinne kann man sagen: Stärke und Zucker sind eins und dasselbe; in der Stärke liegen nur die Bestandtheile etwas anders geordnet, als im Zucker. —

Ist dies aber richtig — und hierfür sprechen außerordentlich viel Thatsachen — so erklärt man sich die Einwirkung der Schwefelsäure auf die Stärke dahin, daß die Schwefelsäure die Eigenschaft besitzt, die Bestandtheile der Stärke anders zu lagern, anders zu ordnen, und zwar in jener Weise zu ordnen, wonach dieselben Stoffe sich zu Zucker umbilden.

Freilich ist dies eine Erklärung, für die nur die Erfahrung spricht; die Wissenschaft gesteht selber, daß sie das, was eigentlich in der Stärke vorgeht, wenn zu ihr Schwefelsäure kommt, noch nicht kennt. Sie sieht und benutzt die Wirkung, ohne das Geheimniß der-

selben bisher völlig erforscht zu haben. — Aber so viel steht fest, daß es die Schwefelsäure ist, deren Gegenwart so wirkt, und daß eigentlich die Stärke schon Zucker geworden war, noch ehe man die Kreide hineingethan hatte.

Was für eine Rolle aber spielte hierbei die Kreide?

Die Kreide sollte, wie wir sogleich zeigen werden, nur die Schwefelsäure, die ihren Dienst geleistet hatte, einfangen, um mit der Kreide aus der Mischung hinausgeworfen werden zu können.

XII. Die Dienste der Schwefelsäure oder des Malzes.

Die Rolle, die die Kreide in dem im vorhergehenden Abschnitt erwähnten Versuch spielt, läßt sich leicht einsehen, wenn man der eigentlichen Bestandtheile der Kreide sich erinnert, die wir bereits erwähnt haben.

Wie wir bereits gezeigt, verwandelt sich Kalkwasser schon in Kreidewasser, sobald man durch ein Glasrohr Luft hineinbläst. Die Kohlensäure, die wir ausathmen, hat eine Neigung, sich mit Kalk zu verbinden und kohlensauern Kalk zu bilden. Kreide aber ist nichts anderes als kohlensaurer Kalk. Es hat aber der Kalk eine noch weit größere Neigung, sich mit Schwefelsäure zu ver-

binden. Wenn man also auf kohlensauren Kalk, auf Kreide, etwas Schwefelsäure gießt, so verdrängt die Schwefelsäure die Kohlensäure aus der Kreide und setzt sich an deren Stelle. Man braucht nur ein Stückchen Kreide in ein Glas Wasser zu werfen, worin ein wenig Schwefelsäure ist, so wird man sofort wahrnehmen, daß von der Kreide aus ein Aufbrausen stattfindet. Es ist dies das Aufsteigen der Kohlensäure aus der Kreide, an deren Stelle der Kalk sich mit Schwefelsäure sättigt und nun einen neuen Körper bildet, der wissenschaftlich schwefelsaurer Kalk heißt und im gewöhnlichen Leben Gyps genannt wird.

Indem wir nun in die im vorigen Abschnitte erwähnte Lösung Kreide hineingebracht haben, haben wir weiter nichts damit bezweckt, als daß wir die in der Flüssigkeit enthaltene Schwefelsäure, die ihre Dienste geleistet hatte, zu fesseln suchten und sie zwangen, Gyps zu bilden, der zu Boden sinkt, und indem wir die Flüssigkeiten filtrirt und vom Gyps gereinigt haben, sind wir im Stande gewesen, die Schwefelsäure aus der Flüssigkeit hinauszuwerfen.

Die genaueste Untersuchung zeigt nun, daß weder eine Spur von Kreide, noch von Schwefelsäure in der Syruplösung, die wir gewonnen haben, zurückgeblieben ist; es hat sich also, wie wir bereits gesagt, Stärke in Zucker umgewandelt, ohne daß ein neuer Stoff dazu getreten war. Zucker also ist verwandelte Stärke.

Wir werden sofort zeigen, daß man Zucker noch weiter verwandeln und ein ganz anderes Ding daraus

ziehen kann, nämlich Spiritus, der auch Weingeist oder Alkohol genannt wird, und der bekanntlich nicht die mindeste Aehnlichkeit mit Zucker hat. Ein Glas Zuckerwasser ist ein unschuldiges Getränk, und ein Glas Branntwein hat schon Manchen in's Unglück gebracht und doch ist jeder Branntwein einmal Zucker gewesen und ist nur aus dem Zucker entstanden.

Bevor wir aber zeigen, wie das geschieht und was hierbei vorgeht, wollen wir nur noch eine wichtige Nebenbetrachtung anstellen.

Wir haben bereits angeführt, wie die Schwefelsäure das Kunststück versteht, daß ihre bloße Gegenwart die Stärke in Zucker umwandelt; wir müssen jetzt sagen, daß es noch einen Stoff giebt, der dies Kunststück kann, ja noch besser als die Schwefelsäure versteht, und das ist jede im Auswachsen begriffene Getreideart, die man Malz nennt, und namentlich das Gerstenmalz.

Wie wir bereits gezeigt haben, kann man Gerste, die man mit Wasser übergießt und an einen warmen Ort stellt, zum Keimen und Wachsen bringen. Es bekommt jedes Gerstenkorn einen Halm und eine kleine Wurzel, ganz so, als ob man es in Erde eingepflanzt hätte. Trocknet man die Gerste in diesem Zustande, so erhält man das Malz der Bierbrauer. Uebergießt man nun dieses Malz, das man ein wenig zerstampft, mit warmem Wasser, so zieht das Wasser einen Stoff aus dem Malz, die man D i a s t a s e nennt, und diese Diastase versteht dasselbe Kunststück wie die Schwefelsäure; es verwandelt in ihrer Berührung die Stärke in Zucker. —

Man kann sich diesen Vorgang auch nicht anders erklären, als den bei der Schwefelsäure, daß nämlich die Diastase so auf die Stärke einwirkt, daß ihre Atome sich anders und zwar so lagern, wie sie im Zucker gelagert sind, und folglich aus Stärke Zucker wird.

Hierdurch wird uns nicht nur mancher chemischer Vorgang der Brauerei erklärt, in welcher das Bier süß wird, ohne daß der Brauer Zucker zuthut, sondern man erhält auch einen Einblick in die Veränderungen, die sich beim Wachsthum der Pflanzen zeigen.

Ein Gerstenkorn ist, wie wir bereits gesagt, die Muttermilch des künftigen Gerstenhälmchens; aber ganz wie die Muttermilch einen großen Reichthum an Zucker hat, weil das junge Kind viel Zucker genießen muß, ganz so wie die Natur das Blut der Mutter in der Mutterbrust in die zuckerreiche Milch umwandelt, um sie für den Säugling gedeihlich zu machen, ganz eben so sorgt sie für das junge Pflänzchen. Ein Getreidekorn, ein Gerstenkorn verwandelt sich in der Erde in Malz. Die Feuchtigkeit, die hinzutritt, bildet in dem Korn die Diastase aus, und diese Diastase macht aus dem Stärkemehl des Gerstenkorns einen Zucker, der sich im Wasser auflöst, und die junge Pflanze wird wie ein junges Kind mit Zuckersaft gespeist. — Daher rührt der süße Geschmack der jungen Getreidehalme und namentlich der jungen Gerste.

Was wir im Großen in Zuckerfabriken treiben, treibt die Natur in der Mutterbrust und im kleinen

Samenkorn. Sie treibt es freilich im Kleinen, und doch — wer möchte dies nicht einsehen — so großartig und erhaben, wie keine Menschenkunst es vermag.

XIII. Kann man nicht aus Holz Zucker machen?

Bevor wir nun zeigen, wie man Zucker in Spiritus verwandeln kann, haben wir eine kleine Betrachtung unsern Lesern vorzuführen, die zwar augenblicklich für die Praxis von keiner Bedeutung ist, die aber zeigen wird, welche Zukunft uns noch bevorsteht, wenn die Chemie noch weitere Fortschritte macht als bisher.

Wir haben gesehen, daß man aus Stärke Zucker macht. Wir wissen, daß dies Kunststück von der Schwefelsäure und von dem Malzauszug, den wir Diastase nennen, vollbracht werden kann; wir erinnern daran, daß gefrorene Aepfel und namentlich gefrorene Kartoffeln ebenfalls süß zu schmecken anfangen und zuckerreich werden; und bei all' dem wissen wir, wie dies daher rührt, daß die Bestandtheile der Stärke, daß der Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff auch gerade die Bestandtheile des Zuckers sind und nur umgelagert zu werden brauchen, um vollständigen Zucker zu bilden.

Wie aber, möchte man fragen, giebt es nicht noch dergleichen Stoffe, die ganz gleiche Bestandtheile wie der Zucker haben? Hat nur die Stärke diesen Vortheil, dem Zucker gleich zu sein oder kennt man noch andere Dinge, die dieses Vorzuges genießen? Und ist dem etwa so, kann man auch aus solchen Dingen Zucker machen?

Man braucht nicht weit herumzusuchen, um einen solchen Stoff zu finden.

Die genaueste Untersuchung über die Menge von Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff, die im Zucker und in der Stärke ist, hat ergeben, daß auch Holz, jede Art von Holz, die gleiche Menge dieser Grundstoffe in gleichem Verhältniß besitzt. Ein Pfund Holz hat netto so viel Sauerstoff und so viel Wasserstoff und so viel Kohlenstoff, als ein Pfund Zucker oder Stärke.

Kann man aber auch aus Holz Zucker machen?

Die Frage klingt gewiß Vielen komisch, fast lächerlich; aber sie ist für die Wissenschaft vollkommen Ernst, und ganz bedeutungsvoller Ernst, wie wir sogleich zeigen werden.

Um hier darzulegen, welche Antwort die Wissenschaft hierauf giebt, müssen wir sagen, was denn eigentlich im wissenschaftlichen Sinne Holz genannt wird.

Das Holz, das wir jeder Art von Bäumen abhauen, besteht aus mehr oder minder saftreichen Pflanzenzellen, von denen wir bereits gesprochen haben. Im chemischen Sinne versteht man unter Holz jene Masse,

die übrig bleibt, wenn man allen Saft der Zellen daraus entfernt und also nichts übrig läßt, als die Wand der Zelle, in welcher ehemals der Saft war. Ein vollkommen in diesem Sinne ausgetrocknetes Stück Holz besteht aus nichts weiter, als aus Zellenwänden der ehemaligen Pflanze, und so wenig man im gewöhnlichen Leben daran denkt, so wahr ist es doch, daß viele Dinge, die man gar nicht als Holz ansieht, dennoch Holz sind.

Wir tragen Hemden aus Leinewand. Woher kommt aber die Leinewand? Sie wird aus Holz gemacht, aus dem Holz einer Pflanze, deren Zellen bastartig langgestreckt sind, und nach dem Trocknen, Brechen und Hecheln zu Flachs werden. Wir kleiden uns in Baumwolle; aber auch sie ist nichts anderes, als die hohlen Haare einer Pflanze, die ihren reifen Samen umgeben, und diese Haare sind gleichfalls nur Pflanzenzellen, die in die Länge gestreckt sind. Wir tragen Strohhüte und wissen, daß das Stroh ebenfalls nur aus langgestreckten Pflanzenzellen besteht. Wir schreiben und drucken auf Papier, das wiederum nur aus zerfaserten Pflanzenzellen hergestellt wird. Mit einem Worte, das Holz oder die Pflanzenzelle, und namentlich die gefaserte Pflanzenzelle, spielt eine größere Rolle in der Welt, als wir im ersten Augenblick glauben mögen.

Und alle diese Dinge, die nichts anderes als Holz sind und wissenschaftlich Pflanzenfaser oder Cellulose genannt werden, sind zusammengesetzt aus ganz

denselben Mengen von Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff, wie Stärke und Zucker.

Hat man es nun schon so weit gebracht, auch aus diesen Stoffen Zucker zu machen?

Die Wissenschaft hat es nicht unterlassen, den Versuch zu machen und hat es wirklich zum Theil erreicht. Man kann eine Art Zucker daraus machen.

Man muß nämlich wissen, daß die Verwandlung von Stärke in Zucker nicht unmittelbar vor sich geht, sondern daß es eine Zwischenzeit giebt, wo die Stärke zwar nicht mehr Stärke, aber noch immer nicht Zucker geworden ist. In dieser Zwischenzeit der Verwandlung ist aus der Stärke ein Stoff geworden, der Dextrin heißt; erst aus dem Dextrin wird Zucker. —

Ganz ähnlich nun, wie man Stärke in Dextrin verwandeln kann, kann man auch wirklich alte Leinwand oder Papier, also im wahren Sinne des Wortes, Holz in Dextrin verwandeln, und zwar ebenfalls durch Schwefelsäure; in weiterer Behandlung ist es auch gelungen, eine Art Syrup und Zucker hieraus zu machen, bei dem sich die merkwürdige Erscheinung zeigt, daß man dem Gewichte nach mehr Syrup erhält, als man Leinwand und Papier dazu genommen hat. —

Wir erwähnen dieses Falles nur, um zu zeigen, welche Aufgaben die Chemie sich stellt, und daß man es nicht belächeln soll, wenn man hört, daß die Chemie noch möglicherweise aus einem Haufen Holz so und so viel Zentner nahrhafter menschlicher Speise machen wird. — Unsere Kinder werden vielleicht Holz-Zucker

ebenso natürlich finden, wie wir jetzt Holz-Essig natürlich finden, ohne zu bedenken, daß unsere Vorfahren dies für Zauber oder Tollheit erklärt hätten.

XIV. Die Verwandlung des Zuckers durch Gährung.

Zur Verwandlung des Zuckers in Spiritus, oder richtiger ausgedrückt, in Weingeist oder Alkohol, ist es nöthig, daß man dem Zucker einen Stoff zuthut, der eine Gährung desselben veranlaßt.

Man kann die Gährung durch verschiedene Stoffe hervorrufen. Eiweiß und alle eiweißhaltigen Stoffe, wie Fleisch, Leim, Käse, Blut und ebenso alle Pflanzenstoffe, welche Pflanzen-Eiweiß, Kleber in sich haben, können Gährung hervorbringen, wenn sie längere Zeit in der Luft gelegen und angefangen haben, in Fäulniß überzugehen; vorzüglich aber versteht dies die Bierhefe, die man bekanntlich benutzt, um Teig aufgehen oder gähren zu lassen.

Durch Bierhefe kann auch Zuckerwasser, und noch besser, Honigwasser oder sonst der zuckerreiche Saft verschiedener Pflanzen, wie der Saft der Mohrrüben oder der Runkelrüben, in Gährung versetzt und dadurch in Alkohol verwandelt worden.

Was aber ist Hefe und was ist Gährung, und wie ist die sonderbare Wirkung dieses Stoffes?

So einfach diese Fragen sind, so schwierig ist es, sie wissenschaftlich zu beantworten. — Es ist der Wissenschaft noch nicht gelungen, eine vollkommene Beantwortung derselben ausfindig zu machen, obwohl die zahlreichsten und lehrreichsten Versuche damit angestellt worden sind.

Was man von dem merkwürdigen Stoffe weiß, ist Folgendes:

Wenn man in Zuckerwasser einen jener Stoffe bringt, die wir als eiweißhaltige bezeichnet haben, also etwa in Fäulniß übergehenden Leim oder Käse, und damit einige Zeit stehen läßt, so fängt die Mischung an, sich zu trüben und es bilden sich in ihr kleine, mit bloßem Auge nicht sichtbare hohle Kügelchen, die die Gestalt von Eiern haben. Bringt man die Mischung in ein kaltes Zimmer, wo es zwar nicht friert, aber nicht über 6—8 Grad warm ist, so geht diese Trübung und Bildung von Kügelchen sehr langsam vor sich und nach und nach sinken die Kügelchen auf den Boden des Gefäßes, woselbst sie Hefe und zwar Unterhefe bilden. Hält man aber die Mischung in einem warmen Zimmer, wo die Luft gegen 20 Grad Wärme hat, dann steigen die Kügelchen nach oben und bilden die sogenannte Oberhefe.

Wenn man mit einer Nadelspitze ein wenig von dieser Hefe nimmt und sie in einen Tropfen Wasser bringt, in welchem man hat Gerste keimen lassen, so kann man diesen Tropfen unter einem Mikroskop beobachten und die Entwicklung der Hefe, das Wachsen

derselben deutlich wahrnehmen. Nehmen wir an, daß man nur ein einziges Hefenkügelchen vor sich hat, so kann man das eine Mutterzelle nennen. Denn in der That ist das Kügelchen hohl und bildet eine geschlossene Zelle, in welcher eine Flüssigkeit vorhanden ist. — Bald aber gebiert diese Mutterzelle junge Zellen und zwar durch Knospung , d. h. es zeigt sich außen an der Wand der Zelle an irgend einer Stelle ein Pünktchen, das immer größer wird und sich sodann zu einer neuen Zelle gestaltet. Diese Tochterzelle gebiert nun in gleicher Weise einer Enkelzelle; und meist um die Zeit, wo der Enkel geboren wird, gebiert die Mutterzelle noch eine zweite Tochterzelle, aus welcher wieder Enkel hervorgehen. Bald fangen auch die Enkel an, neue Junge zu gebären und es entsteht vor den Augen des fleißigen Beobachters eine große Reihe von Geschlechtern, die alle noch mit der Mutterzelle zusammenhängen und eine Art Gewächs bilden, das sich immer weiter und weiter vermehrt und vergrößert.

In der That giebt dies Veranlassung, die Hefe als eine Art Pflanze zu betrachten, die entsteht, wenn eiweißhaltige Körper in Fäulniß übergehen, und die fortwächst, wenn man ein einziges Hefenkügelchen in eine Flüssigkeit bringt, die eiweißartigen Stoff enthält.

Der Bierbrauer, der ein wenig Hefe in seinen Gerstenmalz-Aufguß bringt, thäte in diesem Sinne nichts anderes als ein Gärtner, der Pflanzensamen in einen nahrungsreichen Boden einlegt. Die Hefe findet im Mälzaufguß Pflanzeneiweiß, die Nahrung der Hefe,

vor, und jedes Mutterkügelchen Hefe gebiert darin neue Hefenkügelchen, die weitere Geschlechter gebären, und dieses Wachsen oder richtiger Fortpflanzen und Gebären geht so lange fort, bis aller eiweißartige Stoff aus dem Malzaufguß in neue Hefe verwandelt ist. —

Hiernach ist es erklärlich, daß der Bierbrauer am Ende der Arbeit oft zehnmal so viel Hefe vom Bier abnimmt, als er dazu gethan. Dieses Abnehmen der Hefe ist gewissermaßen die Ernte der Hefe; denn diese Hefe wird sorgfältig gesammelt und dient dazu, in andern Körpern neue Hefe einzupflanzen und wachsen zu lassen.

Aber man pflanzt nicht Hefe um der Hefe willen, sondern wegen der Veränderung, die das Wachsen der Hefe hervorbringt in der Flüssigkeit, in welcher dieses Wachsen vor sich geht.

Die wachsende Hefe, welche den Eiweißstoff der Flüssigkeit an sich zieht, bringt eine Veränderung der Flüssigkeit hervor, und diese Veränderung, die mit der Flüssigkeit vor sich geht, nennt man Gährung.

Und worin besteht diese Veränderung?

Sie besteht, wie wir bald sehen werden, darin, daß sie den Zuckerstoff der Flüssigkeit in Alkohol verwandelt.

XV. Was die Gährung für Veränderung hervorbringt.

Die Veränderung, welche der Zucker erfährt, wenn man in eine Zuckerauflösung, also in Zuckerwasser, ein wenig Hefe bringt, besteht darin, daß sich der Zucker in Spiritus umwandelt.

Das Zuckerwasser wird nunmehr einen branntweinartigen Geschmack haben, und da man die wässerigen Theile der Lösung durch das geeignete Verfahren, durch Destillation von dem Spiritus trennen kann, so ist man im Stande, aus Zucker reinen Spiritus zu machen, den wir nunmehr immer Weingeist oder Alkohol nennen wollen.

Wie aber erklärt man sich diese Verwandlung?

Die Erklärung ist nur zum Theil vollständig zu geben und diese ist folgende.

Wir haben gesagt, daß der Zucker in Alkohol verwandelt worden ist. Dies ist eigentlich streng genommen unrichtig. Untersucht man nämlich die Bestandtheile des Alkohols, so findet man, daß sie wohl übereinstimmen in den Urstoffen, die sie enthalten, aber nicht übereinstimmen in den Portionen von jedem einzelnen Urstoff.

Wir wollen uns deutlicher ausdrücken.

Zucker und Alkohol stimmen in den Stoffen überein. Die Bestandtheile des Zuckers sind Sauerstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff, und die Bestandtheile des Alkohols sind gleichfalls Sauerstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff. Allein der Alkohol hat weniger Portionen

von zweien dieser Stoffe in sich. In einem Pfund Alkohol ist etwas mehr Wasserstoff wie in einem Pfund Zucker; allein nur so viel mehr, als vom Kohlenstoff und Sauerstoff weniger darin ist.

Die Chemiker haben auf gute Gründe gestützt nachgewiesen, daß, wenn Zucker in Gährung versetzt wird, sich aus demselben zwei neue Dinge bilden, das eine ist Alkohol und das andere ist Kohlensäure. Da aber die Kohlensäure aus Kohlenstoff und Sauerstoff besteht, so hat der Alkohol von diesen zwei Urstoffen weniger in sich als der Zucker. Man gewinnt daher aus einem Pfund Zucker nicht ein volles Pfund Alkohol, sondern es steigt aus der in Gährung begriffenen Zuckerlösung ein Gas auf, das nichts anderes als Kohlensäure ist, und zwar bekommt man gerade um so viel weniger Alkohol heraus, als die aufgestiegene Kohlensäure wiegt.

Es ist bekannt, daß in Kellern, wo viel Bier oder Wein oder Zucker gährt, eine gefährliche Luftart sich entwickelt. Diese Luftart ist die Kohlensäure, die wir schon näher kennen gelernt haben, und sie entsteht aus der Summe von Sauerstoff und Kohlenstoff, die sich von dem Zucker dieser Flüssigkeiten trennt und einen Rest übrig läßt, der nunmehr Alkohol ist.

Es ist also in diesem Sinne ungenau, wenn wir gesagt haben, daß sich Zucker in Alkohol umwandelt; es ist vielmehr strenge genommen eine Trennung, die hier vor sich geht. Es ist ein Zertheilen des Zuckers in zwei verschiedene Dinge, in Alkohol und Kohlensäure; es

ist eine Zersetzung, bei welcher die Kohlensäure aus der Flüssigkeit in Blasen aufsteigt und sich in die Luft verliert, während statt des Zuckers ein Theil seiner Bestandtheile als Alkohol in der Flüssigkeit verbleibt.

Allein diese Erklärung giebt nur das sichtbare Resultat des merkwürdigen Vorganges; keineswegs aber ist hiermit der hauptsächliche Grund desselben erklärt.

Und in der That gehört diese Erscheinung mit zu den bisher von der Wissenschaft noch nicht gelösten Räthseln. Denn die Frage ist immer noch nicht gelöst, woher es kommt, daß die Hefe so merkwürdig einwirkt, und daß sie im Gerstenaufguß z. B. das Pflanzeneiweiß in Hefe umwandelt und weshalb diese Umwandlung den Zuckergehalt zerlegt und Kohlensäure und Alkohol daraus bildet?

Vielleicht könnte es einigen Lesern scheinen, als ob nicht viel darauf ankäme, dieses Räthsel zu lösen; allein eine kurze Betrachtung wird sie sofort von der außerordentlichen Wichtigkeit der richtigen Lösung dieses Räthsels überzeugen. —

Angenommen, daß die Hefe eine wirkliche Pflanze wäre, so wäre es von höchstem Interesse, hier wahrzunehmen, daß man diesen Pflanzenstoff machen kann. Dies gelingt bei keinem Pflanzenstoff in der Welt. Eine Pflanze wächst immer nur aus dem Samen oder einer Zelle einer bereits vorhergegangenen Pflanze. Wäre die Hefe eine Pflanze, so müßte man annehmen, daß diese Pflanze neu geschaffen wird, sobald man eiweißartige Stoffe in Fäulniß übergehen läßt, d. h. daß

man aus einem Ding, das keine Pflanze ist, eine Pflanze herstellen kann.

Dies aber ist nun so ganz eine der Natur der Pflanzenwelt widersprechende Thatsache, daß man vollen Grund hat, dieser Annahme zu mißtrauen, und deshalb haben Naturforscher der Hefe einen ganz anderen Ursprung angewiesen und ihre Wirkung und Vermehrung ganz anders erklärt, als die einer pflanzlichen Fortentwicklung.

Nach dieser Erklärung ist Hefe nur ein Zustand der Auflösung eiweißartiger Stoffe, die im Begriff sind, ihr organisches Leben zu verlieren und in unorganische Stoffe zu zerfallen. Hefe ist gewissermaßen der Zustand des sterbenden Eiweißes. Wenn aber ein wenig Hefe sich scheinbar wie eine Pflanze fortentwickelt, sobald sie in eine eiweißartige Flüssigkeit gebracht wird, so rührt dies — nach der Ansicht vieler Naturforscher — nicht daher, daß sie wie ein Pflanzensaamen wächst, sondern daher, daß sie eine Art Ansteckungskraft hat, und das gesunde Eiweiß, das noch nicht zerfallen würde, zum Zerfallen und weitern und immer weitern Absterben und Zerfallen anreizt.

Die neuesten Untersuchungen indeß haben es jetzt wohl unzweifelhaft festgestellt, daß die Hefe eine Pflanze ist, die, was nicht minder sicher bewiesen, wie alle anderen Pflanzen sich aus besonderen Samen und Keimen entwickelt. Die Keime für die Hefenpflanze aber sind fortwährend in der Luft vorhanden, und dringen mit derselben zu den gährenden Flüssigkeiten

in denen sie sich weiter entwickeln und wachsen. Wenn man diesen Keimen auf passende Weise den Zutritt verschließt, so tritt in der Flüssigkeit keine Gährung auf und es entwickelt sich in ihr keine Hefe.

Diese wenigen Worte, die freilich nicht ausreichen, die geistvollen Forschungen über die Natur der Hefe auch nur entfernt anzudeuten, werden jedenfalls genügen, dem denkenden Leser zu zeigen, wie wichtig die Frage über die Hefe ist; denn es ist im höchsten Grade wahrscheinlich, daß auch eine Reihe von ansteckenden Krankheiten, die noch zu den dunkelsten und räthselhaftesten Gebieten der wissenschaftlichen Medizin gehören, in solchen durch die Luft verbreiteten Pflanzen- und Thierkeimen ihren Grund haben. Gelingt es einmal, diese zu entdecken, dann wird auch ihre Vernichtung und die Beseitigung der verheerenden Ansteckungskrankheiten der forschenden Wissenschaft gelingen.

XVI. Die Bildung von Meth, Rum, Wein und Bier.

Indem nun die Hefe jede Art von zuckerhaltiger Flüssigkeit in eine weingeisthaltige umwandelt, nennt man diese Art von Gährung die geistige Gährung, und sie ist es, die bei der Bereitung des Meths, des Rums, des Weins und des Biers eine Hauptrolle spielt.

Nimmt man statt Zuckerwasser ein wenig Honigwasser und versetzt es durch Hefe in Gährung, so entsteht daraus bei einem gewissen Punkt der Gährung ein halb scharfes, halb süßes Getränk, das den Namen Meth hat. — Preßt man den süßen Saft von Aepfeln, Johannisbeeren, Stachelbeeren, Kirschen u. s. w. aus und läßt ihn in der Wärme stehen, so entwickeln sich hieraus geistige Getränke, die unter den Namen Apfelwein, Johannisbeerwein oder Kirschwasser bekannt genug sind. Hier braucht man nicht Hefe hinzuzuthun, weil in allen diesen Pflanzen etwas Pflanzen-Eiweiß und viel Zucker ist; es bildet sich also hier eine eigene Hefe aus, die das Geschäft der Gährung und Umwandlung der Flüssigkeit vollzieht. Bei aller dieser Gährung zerfällt aber immer der Zucker in zwei Bestandtheile, in Alkohol, der in der Flüssigkeit bleibt und in Kohlensäure, welche in Form von Blasen aus der Flüssigkeit aufsteigt und sich mit der Luft mischt.

Ganz in gleicher Weise verfährt man bei der Fabrikation von Rum, inden man hierzu — wenigstens zu den vorzüglichsten Sorten — den Saft der Zuckerpflanze, des Zuckerrohrs in Gährung versetzt und eine möglichst reine geistige Verwandlung derselben hervorzubringen sucht.

Obwohl nun das eigentliche Wesen aller geistigen Getränke eines und dasselbe ist, und alle ihren geistigen Gehalt eben nur der Zersetzung von Zucker in Weingeist und Kohlensäure zu verdanken haben, so besitzen doch die verschiedenen Früchte jede für sich eine besondere

Art und Eigenschaft des Geschmackes und der Wirkung, die sich dem geistigen Getränk, das aus ihnen bereitet wird, mittheilt. — Es ist dies von der Wissenschaft noch nicht vollkommen aufgeklärt, da das, was den Geschmack und die Wirkung von Getränken betrifft, nicht direkt dem Bereiche der Chemie angehört; nur die Erfahrung hat gelehrt, daß jeder Sorte dieser Getränke eine Eigenthümlichkeit zukommt, die sie vor anderen auszeichnet.

Man darf es daher nicht belächeln, wenn man in neuerer Zeit große Versuche anstellen sieht, um die Fabrizirung von Frucht-Wein in die Höhe zu bringen. Der Apfelwein, dessen Fabrikation jetzt so sehr im Aufschwung ist, ist schwerlich die Universalmedizin, für welche er ausgegeben wird; aber es läßt sich nicht in Abrede stellen, daß er bei fleißiger Kultivirung und fortschreitender Verbesserung zu einem Getränk werden kann, das in vielen Fällen den wirklichen Wein ersetzt. Für die anderen Fruchtweine, z. B. den Johannisbeer- und Stachelbeerwein, ist es bereits gelungen, sie durch richtige Behandlung dem wirklichen Weine so ähnlich zu machen, daß nur die Zunge eines guten Weinkenners einen Unterschied zu entdecken im Stande ist.

Die hauptsächlichsten und wichtigsten geistigen Gährungen sind und bleiben indessen die des Weins und Biers.

Beim Sein ist es der Zucker der Weintraube, der in geistige Gährung versetzt wird. Die Hauptsache bei dieser Gährung ist, daß sie langsam vor sich gehe,

weshalb man den Saft der Weintraube, den Most, in Fässern nach dem Keller bringt, wo es so kühl ist, daß die Gährung erst nach einigen Monaten vollendet ist. Der Wein hat in diesem Falle keine Oberhefe, sondern die Hefe setzt sich am Boden fest und wird, wie wir bereits erwähnt, die Unterhefe genannt. Wird der junge Wein in Flaschen gebracht, so verbessert er sich durch eine Nachgährung. Geschieht diese Nachgährung in verkorkten Flaschen, so bleibt die Kohlensäure im Wein und bildet die brausenden Weinsorten, den Champagner, und da die Kohlensäure sich nicht entfernen konnte, so bleibt auch noch immer ein Theil des Zuckers unzersetzt, woher der Champagner seinen süßen Geschmack, seinen geringern Gehalt an Weingeist und seinen Reichthum an Kohlensäure hat, die das Knallen beim Oeffnen, das Zischeln und Schäumen beim Eingießen und den prickelnden angenehmen Geschmack beim Trinken verursachen. —

Wird aber auch die Nachgährung in offenen Flaschen abgewartet, so geschieht sie doch so langsam, daß der Wein erst nach und nach seinen Weingeist entwickelt, und wenn dann die Flasche verkorkt und zur Ablagerung in den Keller gebracht wird, so setzt sich die noch nicht ganz vollendete Gährung äußerst langsam fort und dies giebt dem Weine seinen feurigen Geschmack, wenn er recht alt geworden ist.

Obgleich es wissenschaftlich noch nicht vollkommen erklärt ist, so steht doch so viel fest, daß in den meisten Fällen ein wesentlicher Unterschied ist, ob man eine

chemische Veränderung langsam oder schnell vor sich gehen läßt. Dieser Unterschied zeigt sich so recht beim Weine. Läßt man ihn schnell vollkommen ausgähren und sucht den Zucker in kurzer Zeit vollständig in Weingeist und Kohlensäure zu verwandeln, so giebt dies nur einen schlechten, schnell in Essigsäure übergehenden Wein. Läßt man aber all' das langsam vor sich gehen und namentlich so langsam, wie dies bei Weinen gebräuchlich ist, so verbessert sich der Wein fortwährend und erlangt jenen hohen Werth, der am alten Wein sprichwörtlich geworden ist.

XVII. Die Fabrikation des Biers in seinen verschiedenen Sorten. — Die Bildung des Aethers aus Alkohol.

Bei der Fabrikation des Biers spielt ebenfalls die Zerlegung des Zuckers in Kohlensäure und Weingeist die Hauptrolle, und wie man diese vor sich gehen läßt, ob langsam oder schnell, davon hängt es ebenfalls ab, welche Sorten von Bier man erhält.

Der Brauer stellt sich zuerst die Aufgabe, das Stärkemehl der Gerste in Zucker zu verwandeln. Er erreicht dies auf dem bereits erwähnten Wege, indem er das Gerstenmalz mit heißem Wasser überschüttet und einige Zeit an einem warmen Orte stehen läßt. Der

Malzaufguß wird bei diesem Vorgang süß, indem sich, wie bereits angegeben, Dextrin und Zucker aus dem Stärkemehl bildet. Jetzt erst, nachdem diese erste Verwandlung vor sich gegangen, jetzt erst kann die zweite chemische Aufgabe vorgenommen werden. Zu diesem Zwecke wird die süße Flüssigkeit, die Würze genannt wird, durchgegossen. Das Malz, das seinen Dienst geleistet hat, wird wieder daraus entfernt und die Flüssigkeit nun eingekocht, bis sie kräftig und klar genug geworden ist. Läßt man sie dann abkühlen bis auf etwa 25 Grad und bringt etwas Hefe hinein, so beginnt die zweite chemische Umwandlung, die geistige Gährung, bei welcher sich aus dem Zucker Alkohol und Kohlensäure bildet.

Auf solche Weise geschieht die Fabrikation der süßen Biersorten, die in wenig Tagen vollendet ist; das süße Bier ist noch so zuckerhaltig, daß die Gährung noch in den Flaschen, die man verkorkt, sich fortsetzt und daher ein Getränk liefert, dem der Zucker, etwas Weingeist und eine Portion Kohlensäure ihren Geschmack geben. — Die gewöhnlichen Bitterbiere erhalten ihren bittern, den Magen stärkenden Nebengeschmack durch einen Zusatz von Hopfen oder andern Kräutern, die ähnliche Wirkung hervorbringen.

Die stärkeren Biersorten, wie das Bairische Bier, das jetzt sehr in Mode gekommen ist, entstehen durch die langsame Gährung und zwar an kühlen Orten, wie in Kellereien, die besonders hierzu gebaut werden. Die Würze wird zu diesem Zwecke bis auf etwa 8 Grad

abgekühlt, und sodann in Fässern in die Keller gebracht, woselbst es möglich kühl ist. Hier geschieht nun die Gährung außerordentlich langsam und wird, wenn man ein recht gutes Bier haben will, bis auf mehrere Monate hin verzögert, wodurch das Bier arm an Zucker, aber reicher an Alkohol und Kohlensäure wird, und deshalb auch eine berauschende Wirkung ausüben kann.

Dieses Bier verliert seine Kohlensäure nicht so leicht, hat nicht mehr Spuren von Hefe in sich, da sich diese als Unterhefe am Boden ansetzt. Es braucht nicht auf Flaschen gezogen zu werden, indem eine Nachgährung nicht nöthig ist, und ist am beliebtesten, wenn es frisch vom Faß kredenzt wird.

Daß das bairische Bier und alle seine Abarten theurer sind als das gewöhnliche Bier, rührt nicht daher, daß es theurere Stoffe in sich hat, sondern liegt hauptsächlich darin, daß der Brauer das Kapital lange darin stehen lassen muß, ehe sein Bier trinkbar wird, und die Kellereien und Lokalitäten es vertheuern.

Es ist ein Leichtes, das Bier so lange gähren zu lassen, daß es sehr reich an Alkohol wird und außerordentlich berauschend wirkt. Der Werth des Bieres wird aber dadurch nicht erhöht; im Gegentheil ist der Genuß von Bier, das zu viel Alkohol enthält, nicht rathsam. Die bairischen Biere in Berlin enthalten meisthin 5 — 8 Prozent Alkohol, was schon als das höchste Maß angesehen werden kann, bis zu welchem das Getränk förderlich ist.

Wir haben nun die Verwandlungsreihen verfolgt,

die das Stärkemehl der Pflanzen durchlaufen kann, und die alle ein Ergebniß der chemischen Zersetzung sind. Es schließt aber die Reihe mit dem Alkohol nicht ab, sondern sie verzweigt sich nach zwei Richtungen hin, indem man Alkohol beliebig in Aether oder Essig verwandeln kann.

Die Verwandlung des Alkohols in Aether ist wissenschaftlich von besonders hohem Interesse, hat aber in der praktischen Welt weniger Bedeutung, so daß wir uns mit wenigen Andeutungen hierbei begnügen wollen.

Der Aether wird durch Vermischung von Alkohol und Schwefelsäure hergestellt, bei welcher Mischung nicht etwa die Schwefelsäure ein Bestandtheil des Aethers wird, sondern nur die Aufgabe hat, dem Alkohol etwas von seinem Wasserstoff und Sauerstoff zu entziehen. Hierdurch kann man beliebig, je nachdem man mehr oder weniger Schwefelsäure zusetzt, aus dem flüssigen Alkohol Leuchtgas machen, das aus Kohlenstoff und Wasserstoff besteht, oder auch eine Flüssigkeit herstellen, welche den Namen „Schwefeläther" führt. Eine Mischung von Schwefeläther und Alkohol bildet den Hauptbestandtheil der bekannten Hoffmanns-Tropfen, deren Geruch wohl Jedermann kennt.

Nach diesen Andeutungen über den Aether wollen wir nunmehr zur Verwandlung des Alkohols in den bekannteren Stoff, in Essig, übergehen. —

XVIII. Die Verwandlung des Alkohols in Essig.

Kein Zweig der Fabrikation ist durch die Chemie so außerordentlich erleichtert worden, als die Fabrikation des Essigs. Während die Chemie bei der Erzeugung von Zucker, von Alkohol und Bier nur Verbesserungen der Methode anzugeben brauchte, hat sie in der Essig-Fabrikation ein ganz neues Verfahren eingeführt und mit dessen Hilfe ist man jetzt im Stande, ein Fabrikat in wenig Stunden zu erzeugen, zu dem man sonst Wochen und Monate Zeit bedurfte.

Schon die gewöhnliche Erfahrung wird Jeden belehrt haben, daß Bier in warmen Tagen sauer wird. Fragt man sich, was in dem Gemisch, welches im Bier enthalten, in Säure übergegangen ist? so findet man durch Versuche, daß es der Alkohol des Bieres ist, der sich in eigenthümlicher Weise in Essig verwandelt hat.

Man sollte nun glauben, daß, wenn der Alkohol des Bieres die ganze Flüssigkeit sauer macht, der bloße Alkohol um so schneller in der Wärme zu Essig werden müßte; allein dem ist nicht so. Es sind zu dieser Umwandlung außer der Wärme noch zwei Umstände nöthig, um sie zu vollstrecken und wenn diese beiden Umstände nicht zusammentreffen, so kann die Verwandlung nicht vor sich gehen.

Diese zwei Umstände sind folgende. Erstens muß in der alkoholischen Flüssigkeit, mag sie nun Bier,

Wein oder Branntwein heißen, ein Stoff vorhanden sein, der das Bestreben hat, den Sauerstoff der Luft an sich zu ziehen und ihn dann dem Alkohol abzugeben. Zweitens muß die Flüssigkeit mit der Luft in Berührung kommen.

Im Branntwein ist kein Stoff vorhanden, der Sauerstoff aus der Luft auszieht und deshalb kann man ihn in der Wärme offen stehen lassen, wo er zwar verdampfen und schwach, aber nicht in Essig umgewandelt werden wird. Im Bier ist jener Stoff wohl vorhanden. In jedem Bier und Wein ist immer noch ein wenig Hefe vorhanden, die, wenn es warm wird, die Eigenschaft hat, Sauerstoff aus der Luft an sich zu ziehen und ihn dem Alkohol der Flüssigkeit abzugeben, und deshalb wird offen stehendes, der Luft zugängliches Bier oder dergleichen Wein sauer und mit der Zeit immer saurer, bis aller Alkohol der Flüssigkeit in Essigsäure umgewandelt worden ist.

Essigsäure ist also Alkohol, der eine bedeutende Portion Sauerstoff in sich aufgenommen hat; aber der Alkohol nimmt den Sauerstoff nicht unmittelbar auf, sondern er bedarf gewissermaßen eines Vermittlers, eines Kommissionärs, der für ihn den Sauerstoff erst aus der Luft bezieht und ihm dann denselben überläßt, und diese Vermittlerrolle spielt im Bier und Wein die kleine Spur von Hefe, die darin enthalten ist.

So sonderbar es auch dem Unkundigen erscheinen mag, daß es in der Chemie solche Kommissionäre geben soll, die gewisse Dienste zum Nutzen anderer Stoffe ver-

richten, so wahr ist doch diese Thatsache und so leicht läßt sie sich in vielen Fällen nachweisen. — So ist z. B. bei der Fabrikation der Schwefelsäure ein solcher Vermittler nöthig, da bei der Verbrennung das Schwefels sich zwar leicht schweflige Säure, eine luftartige halbfertige Schwefelsäure, bildet, aber nicht wirkliche flüssige Schwefelsäure, wie man sie braucht. Um aus schwefliger Säure wirkliche Schwefelsäure zu machen, dazu gehört eine stärkere Portion Sauerstoff als der Schwefel beim einfachen Verbrennen aufnehmen kann. Man bedient sich deshalb der Salpetersäure als eines Kommissionärs; denn die Salpetersäure, die sehr viel Sauerstoff enthält, giebt diesen außerordentlich leicht an die schweflige Säure ab, aber in demselben Maße, wie sie ihn abgiebt, holt sie sich frischen Sauerstoff aus der Luft und ergänzt sich ihren Verlust, so daß gewissermaßen die Salpetersäure ein ununterbrochenes Kommissionsgeschäft verrichtet, das heißt: immerfort Sauerstoff aus der Luft nimmt, nicht um ihn zu behalten, sondern um ihn der schwefligen Säure zuzuführen, die dadurch fertige Schwefelsäure wird.

Wer Gelegenheit hat, eine Schwefelsäure-Fabrik zu besuchen, der unterlasse nicht, sich die Einrichtung zeigen zu lassen und vergesse auch nicht, sich die Salpetersäure anzusehen, die diesen getreulichen Kommissionsdienst pünktlicher als alle Kommissionäre der Welt verrichtet.

Ein gleiches Kommissionsgeschäft führt die Spur von Hefe aus, die im Bier vorhanden ist.

Die Hefe zieht Sauerstoff aus der Luft an, was

der Alkohol selbst nicht thut; aber der Alkohol hat die Eigenschaft, der angesäuerten Hefe den Sauerstoff zu entziehen, und ihn selber in sich aufzunehmen. Die Hefe wird dadurch ihren Sauerstoff los und wiederum fähig, neuen Sauerstoff aufzunehmen. Sie thut es, wird wieder vom Alkohol ihres Sauerstoffes beraubt und wird wiederum fähig, sich neuen Sauerstoff zu holen; und so geht dies Kommissionsgeschäft immerfort, bis endlich aller Alkohol zu Essigsäure geworden ist.

Wenn nun auch die Spur von Hefe im Bier ein sehr getreuer Kommissionär ist, so geht doch das Kommissionsgeschäft, wie sich denken läßt, für die Essigfabrikation viel zu langsam und deshalb wollen wir im nächsten Artikel die besseren Kommissionäre kennen lernen, durch die das Geschäft in einer unglaublichen Schnelligkeit getrieben wird.

XIX. Die schnellere Verwandlung des Alkohols in Essig.

Die Umwandlung des Weingeistes in Essig geschieht schon schneller als beim gewöhnlichen Sauerwerden des Bieres oder Weins, sobald man zu dem verdünnten Weingeist einen bereits essigsauren Stoff bringt.

Wenn man etwas Branntwein in ein Glas gießt, ihn mit Wasser verdünnt, und ein wenig Sauerteig oder einen Streifen Brod, das mit Essig befeuchtet ist, hin-

einstellt, so verrichtet diese angesäuerte Zuthat gleichfalls die Vermittlung, von der wir bereits gesprochen haben. Der Alkohol des Branntweins entzieht dem Sauerteig oder dem Brod den Sauerstoff, während dieses immer frischen Sauerstoff aus der Luft anzieht und dieses Uebertragen des Sauerstoffes der Luft auf den Alkohol geht so lange fort, bis aller Alkohol in Essigsäure umgewandelt worden ist.

Zwar ist dies in aller Strenge nicht ganz so. Nicht der ganze Alkohol wird Essig, sondern der Alkohol verliert durch diesen Vorgang etwas von seinen Bestandtheilen und der Rest wird Essig. Dieser Verlust besteht darin, daß der Alkohol einen Theil seines Wasserstoffs abgiebt und zwar dem hinzutretenden Sauerstoff abgiebt, damit dieser mit dem Wasserstoff Wasser bildet. Hiernach entsteht eigentlich aus einem Pfund Alkohol eine Flüssigkeit, die mehr wiegt als ein Pfund. Das Wasser und die Essigsäure beisammen betragen auch dem Maße nach mehr als der Alkohol betragen hat; denn es ist Sauerstoff aus der Luft hinzugekommen, der mit dem Wasserstoff des Alkohols Wasser gebildet hat; aber gerade darum, weil der Alkohol etwas von seinen Bestandtheilen verlieren mußte, um Essigsäure zu werden, darum ist aus dem Pfund Alkohol nicht ein Pfund reine Essigsäure geworden.

Reine Essigsäure ist daher auch viel theurer als reiner Alkohol; unser gewöhnlicher Essig aber ist darum so bedeutend billiger, weil er aus sehr wenig reiner Essigsäure und sehr viel Wasser besteht.

Seitdem aber der Fortschritt der Wissenschaft den eigentlichen Hergang bei der Essigbildung kennen lehrte, ist die Fabrikation des Essigs nicht nur außerordentlich leicht, sondern sie geschieht auch ungemein schnell, und deshalb ist jetzt Essig unvergleichlich billiger als sonst.

Die Schnellessig-Fabrikation gehört zu den interessantesten und verbreitetsten Fabrikationszweigen, weil man zu derselben außerordentlich wenig Einrichtungen braucht. Die ganze Fabrik besteht eigentlich in einer einzigen Tonne, an deren einem Ende man ordinären Branntwein mit viel Wasser verdünnt eingießt und an deren anderem Ende Essig ausfließt.

Um zu zeigen, was in dieser Tonne vorgeht, wollen wir hier eine kurze Schilderung derselben versuchen.

Die aufrecht stehende Tonne hat oben einen Boden, der viele Löcher hat. Durch jedes dieser Löcher wird ein Stückchen Bindfaden gesteckt, woran ein Knoten gemacht wird, damit der Bindfaden nicht durchfällt. Wird nun auf diesen Boden verdünnter Branntwein gegossen, so fließt er an den Bindfäden langsam tropfenweise hinein in die Tonne.

Inwendig aber ist die Tonne mit Hobelspänen aus Büchenholz gefüllt, welche einige Zeit in Essig gelegt waren; der verdünnte Branntwein also fließt hier in der Tonne auf die angesäuerten Hobelspäne und der Alkohol des Branntweins, der an den Hobelspänen entlang fließt, verwandelt sich auf dem weiten Wege, den er langsam von Span zu Span durchwandert, in Essigsäure. Damit

aber dies vor sich gehen kann, muß, wie wir bereits wissen, die Luft freien Zutritt haben. Zu diesem Zwecke sind in der Nähe des untern und obern Bodens der Tonne Löcher eingebohrt. Durch den chemischen Vorgang entsteht in der Tonne von selber ein hoher Grad von Wärme, so daß die Luft, die in der Tonne warm wird, zu den oberen Löcher ausströmt, während durch die untern Löcher frische Luft einströmt. Es entsteht demnach innerhalb der Tonne eine Luftströmung, ähnlich wie die in unsern Lampen-Zylindern, wo auch oben heiße Luft ausströmt und unten kalte Luft einströmt. Diese frische Luft aber bringt den Hobelspänen immer frischen Sauerstoff zu und giebt immer mehr Veranlassung, die Essigsäure zu bilden.

So langt der Alkohol, der oben auf den Boden der Tonne gegossen wird, um langsam an den Schnüren hinabzufließen, durch den weiten Weg, den er tropfendfließend von Hobelspan zu Hobelspan macht, und von dem frischen Sauerstoff der Luft stets umweht, in verwandelter Natur auf dem untern Boden der Tonne an, und durch einen Hahn, der daselbst angebracht ist, fließt er als Essig aus.

Man hat es nicht nöthig, die Hobelspäne wiederum in Essig zu legen, denn sie tränken sich von selber immerfort mit frischem Essig, der in ihnen entsteht. Die Fabrik also ergänzt sich immer selber und wenn nur Jemand dafür sorgt, daß oben der Alkohol aufgegossen und unten der Essig fortgebracht wird, so ist die Fabrik in ununterbrochenem Gange. —

XX. Was unsere Chemie kann und nicht kann.

Indem wir nunmehr einen Pflanzenstoff, die Kartoffel, verfolgt haben durch die Verwandlungen, die er annimmt, wenn ihm die Chemie die Mittel und Veranlassung dazu bietet, indem wir gezeigt haben, wie aus der Kartoffel Stärkemehl, aus dem Stärkemehl Gummi, Dextrin und Zucker, aus dem Zucker Alkohol, aus dem Alkohol Aether und Essig gemacht werden kann, hoffen wir unsern Lesern einen Begriff von der großen Aufgabe und den Resultaten beigebracht zu haben, die die Wissenschaft der Chemie sich stellt und löst. Wir wollen für jetzt noch einige Betrachtungen über diese erhabene und an Resultaten reiche Wissenschaft vorführen, um sodann von ihr Abschied zu nehmen und zu einem andern Zweige der Naturwissenschaft übergehen zu können.

Mit Recht wird vielleicht mancher Leser die Frage aufwerfen: vermag die Chemie, die aus Alkohol Essig macht, auch aus Essig wieder Alkohol zu machen? Kann sie, die aus Zucker Alkohol macht, aus Alkohol Zucker herstellen? Ist sie, die im Stande ist, aus Stärkemehl Zucker zu machen, auch im Stande, aus Zucker Stärkemehl herzustellen?

Die Chemie auf dem gegenwärtigen Standpunkt ihrer Entwicklung antwortet bescheiden hierauf: das ist bisher nur in sehr beschränktem Grade und nur unter ganz besonderen Umständen gelungen.

Ja, die Wissenschaft wird dieser bescheidenen Antwort noch das bescheidene Geständniß hinzufügen, daß sie

zwar ahnt, wo der Haken liegt, aber doch nicht mit Sicherheit zu sagen weiß, warum ihr dergleichen nicht gelingen will.

Indem aber alle Welt gestehen wird, daß diese Bescheidenheit und Wahrhaftigkeit nur eine Zierde der Wissenschaft ist, wollen wir unsern Lesern, soweit es eben jetzt möglich ist, deutlich zu machen suchen, wo die Grenze der bisherigen chemischen Wissenschaft liegt, und was die Wissenschaft noch zu erstreben hat, bevor sie daran gehen kann, das Kunststück der Verwandlungen ebenso gut rückwärts wie vorwärts zu produziren und z. B. ebenso gut aus Zucker Alkohol wie aus Alkohol Zucker zu machen.

Zu diesem Zwecke erinnern wir unsere Leser an das, was wir bereits näher mitgetheilt haben, daß nämlich eine deutliche Grenze zwischen den chemischen Vorgängen in der todten Natur und denen in der lebenden vorhanden ist, welche die Wissenschaft noch nicht überschritten hat.

Die Eigenschaften der 65 chemischen Urstoffe kennt der Chemiker ganz genau, wenn er einen dieser Stoffe unter gewissen Umständen zum andern bringt: aber diese Eigenschaften sind durchaus ganz anders, wenn die Natur die Stoffe zu einander bringt, um aus ihnen einen Pflanzen- oder Thierstoff zu bilden. Der Chemiker weiß felsenfest, wenn er ein Maß Sauerstoff und zwei Maße Wasserstoff zu einander bringt und das dazu thut, was zu ihrer Verbindung nöthig ist, daß dann aus diesen Luftarten Wasser entsteht und nichts anderes als Wasser und

nicht ein Tröpfchen Wasser weniger oder mehr, als er im Voraus berechnet. Bringt er zu dem Wasser noch Kohlenstoff hinzu, also reine Kohle, so hat er Wasser mit Kohle, ohne daß diese sich chemisch verbinden; und doch weiß er, daß die Natur aus Wasserstoff, Sauerstoff und Kohlenstoff Holz, Stärke, Zucker u. s. w. macht. — Er weiß es, aber er begreift es nicht, wie dies zugeht!

Dies ist freilich ein großer Mangel unserer Wissenschaft; aber die Chemie kann sich mit einer anderen Wissenschaft trösten, die wahrlich der Stolz der Menschheit ist, sich aber in ganz gleichem Falle der Unwissenheit befindet. Wir meinen: die Astronomie.

Der Astronom weiß es ganz genau, wie zwei Himmelskörper, die einander anziehen, sich gegenseitig in ihrem Lauf verhalten, wie jeder von ihnen die Bahn des andern ändert, fragt man ihn aber, wie ist es, wenn ein dritter Himmelskörper hinzutritt, so daß die Anziehung zwischen dreien stattfindet, so gesteht er, daß der Verstand der Verständigsten bisher noch keine direkte Lösung dieser Frage gefunden hat. Um es deutlicher zu sagen: Die gegenseitige Einwirkung von Sonne, Erde und Mond auf deren Bewegungen ist in der Astronomie nur durch die scharfsinnigsten Hilfsmittel annähernd genau zu berechnen; eine direkte mathematische Lösung ist bisher noch nicht gelungen. Man nennt dieses Räthsel in der Sprache der Wissenschaft „das Problem der drei Körper", das man schon seit zweihundert Jahren vergebens zu lösen sucht. —

In gewissem Sinne kann man jede chemische Verbindung, die die Natur in den Pflanzen schafft, auch ein „Problem der drei Körper“ nennen, denn in jeder Pflanze sind mindestens drei Urstoffe verbunden; die Wissenschaft aber kann immer nur zwei Urstoffe mit einander verbinden. Ja, es reicht ihr Scharfsinn nicht einmal aus, sich eine klare Vorstellung davon zu machen, wie drei Urstoffe mit einander sich verbinden, ohne daß sich vorher zwei derselben verbunden haben.

Die Folge dieses Umstandes ist, daß die Chemie noch im Dunkeln ist über den Aufbau der Pflanzenstoffe, selbst wenn sie das Bau-Material ganz genau kennt.

Ganz anders aber ist es, wenn sie dem bereits aufgebauten Pflanzenstoff einen Theil des Urstoffes entzieht und nur einen Rest übrig läßt, wo sie also nicht aufbaut, sondern von dem Bau etwas fortnimmt; in solchem Falle weiß sie, was übrig bleibt und kann mit Sicherheit daraus berechnen, was aus dem Uebriggebliebenen werden muß.

Wir werden im nächsten Abschnitt sehen, wie dieser Unterschied es einigermaßen erklärt, weshalb man aus einem Pflanzenstoff einen andern und nicht aus dem andern wieder den vorherigen machen kann.

XXI. Wo die Kunst der Chemie scheitert.

Wenn der Chemiker aus Alkohol Essig macht, so wissen wir, daß es dadurch geschieht, daß er dem Alkohol etwas abnimmt, etwas entzieht. Er bringt unter günstigen Umständen dem Alkohol, der mehr Wasserstoff hat als der Essig, eine Portion Sauerstoff zu und dieser Sauerstoff zieht aus dem Alkohol den Wasserstoff heraus, und bildet damit Wasser; dadurch bleibt vom Alkohol ein Rest seiner Bestandtheile, der nichts anderes als Essig ist.

Streng genommen hat also der Chemiker nicht Essig *gemacht*, sondern er hat ihn nur *übrig gelassen*. Er besaß früher Alkohol, das ist Essig mit zu viel Wasserstoff; durch seine Vorrichtung nahm er den überflüssigen Wasserstoff fort und es blieb nur Essig übrig.

Ganz so ging es dem Chemiker, als er Zucker in Alkohol verwandelte. Er hat auch hier nicht den Alkohol gemacht, sondern er nahm nur dem Zucker eine Portion Kohlenstoff und Sauerstoff fort und führte diese als Kohlensäure hinaus, dadurch blieb vom Zucker nur der Alkohol übrig. Man kann auch hier sich vorstellen, daß Zucker nur Alkohol ist, der zuviel Kohlenstoff und Sauerstoff hat und daß demnach der Zucker als Alkohol erscheint, sobald man das fortnimmt, was er zuviel besitzt.

Freilich könnte man sich denken, es müßte hiernach eine Kleinigkeit sein, aus Essig Alkohol und aus Alkohol Zucker zu machen. Dem Essig brauchte man nur Wasser-

stoff zuzubringen, um ihn wieder Alkohol werden zu lassen, und dem Alkohol brauchte man nur Kohlensäure zuzugeben, damit er Zucker werde. Aber hier eben liegt der Knoten. Man kann zwar in eine Flasche mit Essig eine Portion Wasserstoff hineinpumpen und die Flasche gehörig zustopfen, um den Wasserstoff nicht hinauszulassen, aber das würde nicht auf die Spur helfen, wenigstens nicht zum Zweck führen, denn bis jetzt ist kein Chemiker im Stande, den Essig zu zwingen, daß er sich mit Wasserstoff zu einer chemischen Verbindung bequeme*). Ganz ebenso wenig würde die Kohlensäure sich organisch mit dem Alkohol verbinden, wie wir denn sehen, daß in unserem Champagner Weingeist und Kohlensäure Jahre lang recht fest verpfropft in einer Flasche leben, ohne sich zu Zucker zu verbinden.

Schon anders klingt die Antwort auf die Frage, ob man ebenso gut aus Zucker Stärkemehl machen kann, wie man aus Stärkemehl Zucker macht.

Diese Frage muß man zwar für jetzt auch mit

---

*) Dem französischen Chemiker Berthelot ist es jedoch in der allerjüngsten Zeit gelungen, diese Schwierigkeit zu überwinden. Er hat in der Jodwasserstoffsäure das Mittel entdeckt, durch welches er organische Verbindungen zwingen kann, neuen Wasserstoff aufzunehmen und sich chemisch mit demselben zu andern Stoffen zu vereinen. Diese höchst interessanten Untersuchungen, auf die wir weiter unten mit einigen Betrachtungen eingehen, sind noch im Beginne ihrer Entwickelung, eröffnen aber der wissenschaftlichen Chemie ein sehr weites Feld neuer Forschungen.

Nein! beantworten; allein die Antwort ist, um es diplomatisch zu sagen, nur eine provisorische. Man kann dies vorläufig nicht; aber es ist wohl möglich, daß heute oder morgen eine Erfindung der Art gemacht wird.

Unsere Leser werden sich erinnern, daß wir nachgewiesen haben, wie bei der Verwandlung des Stärkemehls in Zucker nichts von den Bestandtheilen des Stärkemehls fortgenommen worden ist, sondern daß nur durch die Anwesenheit der Schwefelsäure oder des Malzaufgusses, die Diastase heißt, die Bestandtheile des Stärkemehls umgelagert worden sind. Man hat dadurch so zu sagen, die kleinsten Theilchen der Bestandtheile aus der vorherigen Lage gerissen und sie anders geordnet. Nun ist zwar dieses Kunststück noch unerklärt und räthselhaft; aber soviel steht fest, daß sehr leicht Zufall oder Scharfsinn dahin führen kann, ein Verfahren ausfindig zu machen, wie man die Bestandtheile des Zuckers wieder anders umlagern oder so zu sagen zurecht rücken kann, so daß sie wieder so zu liegen kommen, wie sie im Stärkemehl gelegen haben, und in solchem Falle — der gar nichts Unwahrscheinliches an sich hat — wird ohne allen Zweifel der Zucker wieder Stärke geworden sein*).

---

*) In neuerer Zeit hat Professor Schacht in Bonn die Entdeckung gemacht, daß in Pflanzen diese Ausbildung des Zuckers in Stärkemehl vorkomme. — Diese Verwandlung künstlich zu erzeugen stößt bei näherere Erwägung noch auf die Schwierigkeit, aus einem Stoff wie Zucker, der Kristall-Form besitzt, einen Stoff wie Stärkemehl zu machen, das die Zellen-Form hat. — Die Möglichkeit des Gelingens schließt dies indessen keineswegs aus.

Und doch darf die Wissenschaft die Hoffnung nicht aufgeben, daß sie dereinst wird organische Stoffe künstlich erzeugen können; denn Anfänge hierzu sind bereits vorhanden.

Schon vor längerer Zeit ist es dem verdienstvollen deutschen Chemiker Wöhler gelungen, den Harnstoff herzustellen, den Stoff, der dem Harn der Thiere seinen eigenthümlichen Charakter verleiht. Da dies ein Stoff ist, der sich nur im lebenden Thierkörper bildet und in seiner Zusammensetzung auch den Charakter des Organischen an sich trägt, so ist die Herstellung desselben auf künstlichem Wege und aus unorganischen Substanzen mit vollem Recht als ein bedeutender Schritt der Wissenschaft betrachtet worden.

Die neuere Zeit ist aber dem Ziele noch um ein bedeutsames Stück näher gekommen, indem es den französischen Chemikern gelungen ist, eine Reihe von Säuren, Alkohol- und Aether-Arten künstlich aus unorganischen Stoffen zu machen, die bisher nur auf dem oben angedeuteten Wege der Verwandlung organischer Substanzen hergestellt werden konnten.

Es liegt der Aufgabe unserer Schriftchen fern, den Weg darzuthun, auf welchem diese neuesten Resultate erzielt worden sind; wir wollten nur des Einen Umstandes erwähnen, der uns ein Fingerzeig zu enthalten scheint auf welcher Bahn der weitere Fortschritt sich bewegen wird, und welche eigenthümliche Kraft, die wir schon kennen, berufen scheint, eine große Rolle in der Zukunft zu spielen.

Bei den merkwürdigen Entdeckungen der französischen Chemiker sind es bisher zwei Stoffe gewesen, welche sich besonders wirksam in dem Kunststück, organische Verbindungen zu schaffen, gezeigt haben; es sind dies Schwefel-Kohlenstoff und Chlor-Kohlenstoff. — Jeder dieser Stoffe besitzt nun die Eigenschaft in hohem Grade, chemisch verbundene Stoffe, mit welchen sie in Berührung gebracht werden, zu trennen, aber auch den getrennten Stoffen sofort eine starke Verbindungslust mit andern Stoffen zu verleihen. Da wir nun bereits früher erwähnt haben, wie ein chemischer Stoff, der eben erst aus dem ehelichen Verhältniß mit einem andern vertrieben worden ist, ganz besondere Lust hat eine neue Ehe einzugehen und in dieser Begierde sich zu verbinden, gar nicht wählerisch ist, wenn er sie nur sofort befriedigen kann, so haben wir Ursache zu vermuthen, daß der bei den neueren Entdeckungen mitspielende Schwefel-Kohlenstoff und Chlor-Kohlenstoff nur so wunderbar wirken durch diese ihre Eigenschaft, den getrennten Stoffen eine ihnen sonst nicht inne wohnende Verbindungslust einzuimpfen.

Wenn diese unsere Vermuthung richtig ist, so wäre man der Kunst der organischen Chemie sehr nahe auf den Fersen. — Wir haben es früher bereits im Kapitel über den Stickstoff dargethan, wie dieser Stoff eigentlich sehr ungesellig ist und keine Lust hat, chemische Verbindungen einzugehen; wie man ihm aber, z. B. bei der Fabrizirung von Salpetersäure, auflauert und den Moment, wo er eben frei wird, benutzt, um ihn schnell

einzufangen. Aus diesem bereits bekannten Umstand hat man längst die richtige Lehre gezogen, daß Stoffe im Augenblick des Freiwerdens ganz andere Verbindungs-Eigenschaften besitzen, als wenn man ihnen Zeit zum Besinnen gönnt. — Hiernach ist es wohl möglich, daß das besondere chemische Kunststück der Pflanzen nicht in einer aparten Art von Chemie besteht, sondern nur in dem Umstand, daß in der Pflanze Trennung und Wiederverbindung unmittelbar auf einander folgen und darum solche Verbindungs-Eigenschaften und solche Produkte erzeugt werden, wie wir sie bisher nicht künstlich erzeugen konnten. —

Sollte es sich bestätigen, daß die erwähnten Eigenschaften des Schwefel-Kohlenstoffs und Chlor-Kohlenstoffes eine Hauptrolle bei den Entdeckungen der neueren Chemie spielen, so wird man bald auf diesem Wege noch weiter gehen und wenn auch nicht Pflanzen, so doch mindestens Pflanzenstoffe wichtigster Natur künstlich herstellen. — Die Zeit ist wahrlich nicht gar fern, wo man Zucker, vielleicht auch Stärkemehl, ebenso gut aus unorganischen Stoffen herstellen wird, wie man schon jetzt den Alkohol, den Aether in mehrfachen Arten herstellen kann; und gelingt es gar noch stickstoffhaltige organische Verbindungen künstlich aus unorganischen Stoffen zu erzeugen, so wird die Kunst der Chemie erst recht mit der Landwirthschaft zu konkurriren anfangen. —

XXII. Die Bedeutung der Chemie als Wissenschaft.

Bevor wir nunmehr unser diesmaliges Thema verlassen, wollten wir noch zeigen, wie übergroß das Gebiet der Chemie bereits ist und wie unendlich groß noch die Aufgabe ist, die sie sich zu stellen hat und auch schon stellt.

Man kann in vollem Sinne des Wortes sagen: die Chemie ist so unendlich wie die Welt.

Alles, was wir bisher unsern Lesern in kurzen Umrissen vorgeführt haben, ist im Grunde genommen nichts als ein schwaches Bild der Verwandlungen, welche vier Urstoffe annehmen können. Wir haben so eigentlich nur mit Sauerstoff und Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff etwas zu thun gehabt, und haben diese in ihrem Wesen als unorganische wie als organische Verbindung in einigen Pflanzenstoffen gezeigt. Es giebt aber, wie bereits erwähnt, fünfundsechszig Urstoffe, und jeder dieser Stoffe spielt eine Rolle in der Welt und muß von der Wissenschaft in all seinen Verbindungen betrachtet werden; und wenn nicht jeder dieser Stoffe gleiche Wichtigkeit in der Welt hat, so ist doch wohl klar einzusehen, daß die große Zahl derselben das Gebiet der Wissenschaft unendlich erweitert.

Aber wäre man auch mit diesen Stoffen schon fertig, so bliebe doch noch ein unübersehbares Feld des Forschens, um all die Räthsel zu lösen, die sich in jedem einzelnen Stoffe zeigen. Der gründliche Chemiker be-

ruhigt sich nicht mit der Thatsache, daß Kohlenstoff die Neigung hat, sich mit dem Sauerstoffe der Luft zu verbinden und daß diese Verbindung im Verbrennen vor sich geht. Er fragt sich, was ist denn diese räthselhafte Neigung? Warum verbindet sich mit einer bestimmten Kohle nur eine ganz genau bestimmte Portion Sauerstoff? Was geht denn vor im Moment dieser Verbindung? Liegen in der Kohlensäure die Kohle und der Sauerstoff neben einander in unsichtbaren kleinen Theilchen geordnet, oder durchdringen sie einander der Art, daß selbst ein Mikroskop, das unendlich vergrößert, kein Theilchen beider Stoffe zeigen würde? Die Wissenschaft hat höchst sinnreiche Gesetze der Verbindungen aufgefunden, die sich immer mehr und mehr bestätigt haben; allein der Grund dieser Gesetze ist im höchsten Grade räthselhaft. In der neuesten Zeit sind herrliche Entdeckungen gemacht, die dahin führen, daß die Chemie und Elektrizität sehr nahe verwandt sind; aber es fragt sich, ob beide eines und dasselbe sind, oder ob die Chemie nur eine Erscheinung der Elektrizität oder ob die Elektrizität nur eine Erscheinung der Chemie ist oder ob gar beide — was wahrscheinlicher ist — nur die Erscheinungen einer uns noch unbekannten Kraft sind?

Nicht minder sind höchst auffallende Entdeckungen gemacht worden über den Zusammenhang des Gewichts der Urstoffe zu der Art ihrer chemischen Verbindung. Aber auch dieses sind noch große Räthsel, die ihrer wissenschaftlichen Lösung harren. Noch interessanter sind die neuesten Entdeckungen, die darthun, daß ein ganz

enger Zusammenhang besteht zwischen der Fähigkeit eines Urstoffes, sich chemisch mit einem andern zu verbinden, und der Fähigkeit desselben Urstoffs, sich zu erwärmen. Allein auch dieses Gesetz, — das wissenschaftlich so ausgedrückt wird, daß die Atom-Gewichte eines Urstoffes multiplizirt mit seiner spezifischen Wärme immer eine und dieselbe Zahl ergeben — ist noch unergründet und erwartet noch seinen scharfsinnigen Meister, der es genau nachweist und erklärt. —

Die Wissenschaft der Chemie ist selbst im jetzigen bereits unübersehbaren Umfang doch erst noch an der Pforte ihres erhabenen Gebietes!

Begeben wir uns gar auf das Feld der Chemie der Pflanzenstoffe, der organischen Chemie, so erweitert sich die Aufgabe bis zu ganz unübersehbaren Grenzen. Was man sonst Philosophie oder leider Gottes oft gar Theologie nannte, ist jetzt für den Naturforscher zu einem leeren Spiel mit Masken und irrigen vorgefaßten Meinungen herabgesunken. Was man sonst Leben und Lebenskraft nannte und in früheren Zeiten durch philosophische Spekulationen und fromme Offenbarungen erkannt haben wollte, das hat jetzt die Naturwissenschaf und namentlich die Chemie vor ihre Schranken gerufen und versucht ihre Kraft an dieser höchsten Aufgabe des menschlichen Geistes. Nicht umsonst ist jetzt das Studium der sogenannten Philosophie zu einer Kuriosität herabgesunken, seitdem die Entdeckungen der Naturwissenschaften die alten Hirngespinnste Lügen gestraft haben; nicht umsonst eifert die überfromme Theologie gegen die

„unchristliche" Naturwissenschaft, die nicht umkehren will. Unter diesen nimmermehr „umkehrenden" Wissenschaften nimmt die Chemie einen Hauptplatz ein und fühlt sich so sicher bereits in ihrem Siege, daß sie schweigend fortschreitet, selbst wenn ein frommer Herr mit der Bibel in der Hand den Beweis führt, daß Wasser nicht aus Sauerstoff und Wasserstoff gemacht werden kann.

XXIII. Die höchste Aufgabe der Thier-Chemie.

Noch weit erhabener und unübersehbar erscheint das Gebiet der Chemie, wenn man sich auf das Feld begiebt, das von ihren Meistern erst in den letzten Jahrzehnten betreten worden ist, wir meinen das Feld der Thier-Chemie, der physiologischen Chemie.

Wenn schon in den Pflanzen die Chemie eine so unübersehbare Rolle spielt, wenn sie schon dort aus der verschiedenen Zusammenstellung der vier Urstoffe, die wir in Betracht gezogen haben, eine so unendliche Reihe von verschiedenen Pflanzengattungen und Pflanzenstoffen erzeugt, daß die Forscher ermüden, ihre Grenzen aufzusuchen, — so ist das, was die Chemie in der Thierwelt erzeugt, von noch gar nicht übersehbarer Ausdehnung.

Wollten wir jetzt schon dem Volke einige Resultate dieses herrlichen Zweiges der Wissenschaft vorführen, so müßten wir, der Wahrheit getreu, mit dem Bekenntniß beginnen, daß diese Wissenschaft noch nicht einmal so weit ist, die bloße Materie ihrer Aufgabe zu überblicken, geschweige denn, sie einzutheilen und mit Sicherheit zu ordnen.

In der Pflanzen-Chemie ist mindestens das Räthsel bekannt, dessen Lösung die Forscher suchen; in der Thier-Chemie ist selbst das Räthsel noch unbekannt in seinen einzelnen Theilen, und es gehört die große Geduld und Ruhe und Ausdauer, und Treue und Liebe dazu, die nur die ernstliche Forschung gewähren kann, um nur einigermaßen die Aufgabe in den kleinsten Theilen zur Anschauung zu bringen.

Ein Stückchen Fleisch von der Größe eines Nadelkopfes ist für den Forscher, der es mit dem Mikroskop untersucht, ein noch unübersteigbarer Berg, über den sich Frage über Frage aufthürmt. Es ist ein Gewirre von unendlich feinen Nervenfasern, und jedes Nervenfäserchen hat eine Hülle einen Schaft und ein Mark, von denen jedes besonders untersucht werden muß, da es sicherlich auch verschiedener chemischer Beschaffenheit ist. Durch dieses Gewirr von Nervenfäserchen schlängelt sich ein anderes Gewirr von fast unsichtbaren Blutgefäßen, von Aederchen deren es wiederum zwei Gattungen giebt, deren beiderseitige Grenzen man nicht einmal kennt. Dieses Gewirr von Nervenfasern und Blutgefäßen durchschlängelt das Muskelfleisch, das

wiederum aus einer großen Reihe vereinzelter Gebilde besteht. Da sind längsgestreifte Muskelfasern, von denen jede in einer Hülle liegt. Jede Längsfaser zeigt wieder Querstreifen, die regelmäßig über dieselbe vertheilt sind und ihr das Ansehen einer feinen Perlenschnur geben. Dazwischen befindet sich Bindegewebe von wiederum anderer Natur und chemischer Beschaffenheit, und all' das ist durchtränkt von einer Flüssigkeit, die nicht Blut und nicht Fleisch ist. —

Will nun die Wissenschaft mit jener Gewissenhaftigkeit zu Werke gehen, welche ihr ziemt, so darf sie es jetzt nicht mehr machen wie ehedem, wo sie ein ganzes Stück Fleisch in Pausch und Bogen untersuchte und die chemischen Bestandtheile von sammt und sonders bekannt machte, sondern sie hat vorerst die unendlich schwierigere Aufgabe, jeden Theil zu sondern, ein Stückchen Fleisch, das für das bloße Auge kaum sichtbar ist, in seine verschiedenen Gebilde zu trennen; jeden getrennten Theil in seinen verschiedenen Gestalten zu untersuchen; jede Gestalt von neuem einer Untersuchung zu unterwerfen, und erst dann auf eine Reihe von fast übermenschlichen Mühen und Forschungen gegründet an die Frage zu gehen: wie wirken all' diese vereinzelten Gebilde zu und aufeinander ein?

Wie aber, wenn zu all den Untersuchungen noch die Frage hinzutritt, ob nicht in dem unter dem Mikroskop liegenden Stückchen todten Körpertheil ganz andere Beziehungen obwalten, als in demselben während des Lebens thätig sind?

Gewiß, der Laie erschrickt vor der Unmasse von Schwierigkeiten und Fragen, der Mühen und Forschungen, die sich berghoch aufthürmen, wenn man auch nur das kleinste Gebilde der Thierwelt bis zu den Grundbestimmungen verfolgen soll. Wer sich einen Vorbegriff derartiger Arbeiten verschaffen will, der blicke einmal in die neuesten Werke dieses Faches. Es wird ihn Erstaunen und Bewunderung erfassen vor dem Geistes- und Forscherdrang, der in dieser Wissenschaft leben muß, wenn er sieht, wie Hunderte von Gelehrten sich vereinen müssen in ihren Bestrebungen, um dieser erhabenen Wissenschaft auch nur einen Schritt weiteren Raum abzugewinnen; aber er wird auch eine Ahnung erhalten von dem großen Geist der Wahrhaftigkeit und Treue, der in der Wissenschaft waltet, die nicht sich und andere täuschen und nicht mit leeren Worten die Lücken verdecken und die Grenzen verwischen will, die der jetzigen Erkenntniß gesteckt sind.

Aber Eines wird er gewahren, daß es vorwärts geht. Langsam und nach allen Seiten hin zerstreut, bewegt sich dieser Zweig der Wissenschaft, der in innigster Berührung mit allen Naturwissenschaften steht; aber die Jünger derselben sind nicht wenig. In Deutschland, England und Frankreich hat die Wissenschaft der Thier-Chemie ihre treuen Verehrer und unermüdlichen Jünger. Viele tausend Mikroskope suchen und untersuchen Stoffe der Thierwelt, um des Lebens innerste Geheimnisse an dem Stoffe zu erforschen. Viele Namen, dem Volke unbekannt, viele Männer, vom Volke

unbeachtet, sind Zierde und Stolz der Wissenschaft geworden.

Wie im gesellschaftlichen Leben, hat auch im wissenschaftlichen die Theilung der Arbeit stattgefunden, in welcher jeder auf seinem Posten treu ausharrt, bis ein großer Meister kommt, der Theil zu Theil fügt und zur Einheit des Geistes gestaltet, was jetzt die Geister der Einzelnen hegen.

Und nun schließen wir unser Thema „ein wenig Chemie" mit dem Wunsche, daß wir durch unsere Darstellung Liebe und Verehrung zur Wissenschaft, ihren Jüngern und Meistern und Geistern im Volke angeregt und den Gedanken befestigt haben, daß die Welt im Fortschritt und die Wissenschaft nicht im Umkehren begriffen ist.

Ueber Bäder und deren Wirkung.

I. Was das Wasser alles kann.

In der Zeit, in welcher immer mehr das Baden theils zur Herstellung, theils zur Erholung der Gesundheit, theils als Kühlung, theils als angenehme Belustigung in Aufschwung kommt, halten wir es für geeignet, unsern Lesern über Bäder und deren Wirkung ein paar Worte der Belehrung vorzuführen.

Daß es mit dem Baden seine eigene Bewandtniß haben müsse, das hat wohl schon Jeder bemerkt, der sich all' Diejenigen ansieht, welche sich beim Gebrauch eines und desselben gewöhnlichen Bades zusammenfinden. — Hier sehen wir oft einen Schmerbauch, der in der Hoffnung, daß das Wasser, wie er sagt, „zehrt", seinen übermäßig genährten Leib den Wellen anvertraut, um mager zu werden. Neben ihm erblicken wir einen hagern bleichen Mann, der mit Neid auf die Fülle seines Nachbars blickt, und der in der Hoffnung in's Bad geht, seine geschwächte Ernährung aufzurichten.

Dort sehen wir einen Beamten, einen Gelehrten, der durch den ganzen Tag seinen Stuhl nicht verlassen hat, ins Wasser gehen, um seinen steifgewordenen Leib anzuregen; und neben ihm wirft ein Arbeiter, der seine Glieder durch den ganzen lieben langen Sommertag mit Energie und im Schweiß seines Angesichts gerührt hat, seine Kleider ab, um sich im Wasser zur erquicklichen Ruhe vorzubereiten. — Da klagt Einer über Schläfrigkeit und Trägheit in den Gliedern und hofft durch ein Flußbad aufgeweckt zu werden; und neben ihm erzählt ein Anderer, wie er ohne Bad die Nacht in Schlaflosigkeit zubringe und wie dies ihn nöthige, sich aus dem Wasser Schlafluft zu holen. Dem einen sitzt es im Kopf, dem andern in den Beinen und Beide gehen in's nasse Element, um der Gesundheit theilhaftig zu werden. Und zwischen diesen, welche die entgegengesetzten Wirkungen vom Bade hoffen, wimmeln völlig Gesunde umher, um sich im Wasser zu tummeln und auf den Wellen umherzuschwimmen aus purer frischer Lebensluft.

Bedenken wir nun, daß fast alle das Bad verlassen mit dem Gefühl, daß es ihnen wohlgethan, und daß dieses Gefühl nur höchst selten täuscht; daß mithin das Bad wirklich die gehoffte Wirkung hat, so muß man gestehen, daß es mit dem Baden in der That seine eigene Bewandtniß habe und daß im Wasser eine Art Universal-Medizin sein muß, die in allen Fällen wohlthätig einwirkt.

Wir haben hier freilich nur das kalte Flußbad im

Auge gehabt, dessen man sich in den Sommermonaten so fleißig bedient, und auch nur die keineswegs kranken Besucher desselben betrachtet, die nicht an Uebeln leiden, welche sie nöthigen, die Hilfe des Arztes in Anspruch zu nehmen. Bedenken wir jedoch, daß in vielen Krankheitsfällen die Bäder als eines der wirksamsten Heilmittel gelten, daß es Wasserheilanstalten giebt, in denen viele Gebrechen in der That Hilfe und Linderung und oft vollständige Heilung finden, daß See- und Mineral-Bäder der Sammelplatz vieler Schwerleidenden sind, daß selbst bei häuslicher Behandlung die Umschläge, die kalten Einwickelungen, die nassen Abreibungen, die lauen und die kalten Begießungen und Bäder eine wesentliche Rolle spielen, daß endlich gar außerordentlich heiße Dampfbäder, wo der Leib nicht dem Wasser, sondern der Hitze des Wasserdampfes ausgesetzt wird, zur Anwendung kommen, und zwar meisthin mit gewünschtem Erfolge, so muß sich die Achtung vor dem Gebrauch des Bades im Allgemeinen nur steigern und man wird es gerechtfertigt finden, wenn wir das Nachdenken unserer Leser auf dieses Thema lenken.

Bei unsern naturwissenschaftlichen Betrachtungen können wir freilich nicht auf die rein medizinischen Bäder eingehen. Wir schreiben nicht für Aerzte, die die wissenschaftlichen Quellen, aus denen wir schöpfen, theils selber eröffnen, theils fleißig benutzen. Noch weniger schreiben wir für Kranke, weil wir das schwere Uebel kennen, welches gemeinfaßliche Schriften für Kranke zu Wege bringen. Schriften dieser Art haben

stets nur Hypochonder gemacht, und sind auch meist nur eine Spekulation auf die große Zahl derer, die von dieser lebenverbitternden Krankheit geplagt sind. Wir schreiben für Gesunde, die ihre Gesundheit erhalten wollen, ohne allzu ängstlich nach dem eignen Puls zu fühlen; wir schreiben für solche, die zugleich den Wunsch haben, die Wirkung des Bades vom naturwissenschaftlichen Standpunkt aus beurtheilen zu können und die Einsicht wünschen in eine in der That außerordentliche Heil- und Gesundheits-Quelle, welche die Natur uns im Wasser und in der verschiedenen Art seiner Anwendung geliefert.

Um zu dieser Einsicht zu gelangen, wollen wir nicht sogleich einen Kopfsprung in's Wasser machen, sondern wir müssen einige wichtige Dinge, die diesem Thema drum und dran hängen, vorerst näher kennen lernen.

II. Wir leben in einem Luftbade.

Wenn wir uns über die verschiedenen Wirkungen der Bäder klare Rechenschaft geben wollen, müssen wir auf die Naturbeschaffenheit der Luft Rücksicht nehmen, in welcher wir leben; auf die Naturbeschaffenheit des Wassers, mit welchem wir statt der Luft zeitweise während des Badens unsern Körper umgeben; und endlich auf die Naturbeschaffenheit unserer Haut, die

eigentlich das Hauptgeschäft beim Baden zu verrichten hat.

Im natürlichen Zustand sind wir stets von einer Luftschicht umgeben, die vom wesentlichsten Einfluß auf unsern Körper ist. Nicht allein, daß wir die Luft durch die Lungen einathmen, ihren Sauerstoff verbrauchen und das Verbrauchte als Kohlensäure wieder ausathmen, wir stehen auch durch unsere Haut in fortwährender Wechselwirkung mit der Luft. Wir dünsten fortwährend Wassergas durch die Haut aus und nehmen auch durch die Haut Sauerstoff aus der Luft ein.

Wir werden sofort zeigen, wie unsere Haut zu diesem Geschäft ganz vortrefflich eingerichtet ist; für jetzt wollen wir nur die Eine Thatsache hier anführen, die den Beweis liefert, daß wir ohne diese Wechselwirkung zwischen unserm Innern und der Luft nicht leben können. Wenn man zwei Drittel der Haut durch irgend einen Lack-Ueberzug undurchdringlich macht, und so die Ausdünstung und die Einwirkung durch die Haut vermindert, dann erfolgt nach kurzer Zeit der Tod. Bei Verbrennungen eines großen Theils der Haut, wie dies zuweilen in Fällen stattfindet, wo Personen, die sich den Körper mit Spiritus gewaschen, einem Lichte zu nahe kommen, sind es nicht die oft nur sehr leichten Brandwunden, die so gefährlich werden, sondern es erfolgt zuweilen der Tod, weil die angebrannte Haut die Ausdünstung und Einwirkung der Luft verhindert.

Da wir fortwährend und in allen Theilen unseres

Körpers von Luft umgeben sind, so wirkt sowohl die Wärme wie die Kälte der Luft auf uns ein. Allein die Luft hat eine Eigenschaft, welche diese Einwirkung sehr mildert. Die Luft ist ein schlechter, ja der schlechteste Wärme-Leiter. Das heißt: die Wärme bahnt sich sehr schwierig ihren Weg durch die Luft, und deshalb verlieren wir durch die kalte Luft nicht viel Wärme aus dem Körper und giebt uns heiße Luft nicht ihre ganze Wärme ab. — Es kommt vor, daß man im Winter in ein Zimmer tritt, wo acht bis zehn Grad Kälte herrschen, und Jeder wird die Beobachtung gemacht haben, daß es sehr lange dauert, bevor man an Gesicht und Händen in solchem Zimmer schlimme oder schmerzhafte Eindrücke der Kälte empfindet. Ganz anders ist es aber, wenn man die Hand in Wasser steckt, das z. B. nur drei Grad Wärme hat; obgleich das Wasser um dreizehn Grad wärmer ist als die Luft jenes Zimmers, geht doch die Erkaltung der Hand außerordentlich schneller und also auch empfindlicher vor sich. — Daß es mit der Erwärmung ebenso ist, davon kann man sich gleichfalls durch Versuche überzeugen. Sehr oft ist es in heißen Sommertagen auf der Sonnenseite der Straße kaum auszuhalten vor Hitze, während man nur einen Schritt nach der Schattenseite zu thun braucht, um angenehme Kühlung zu empfinden. Würde sich die Wärme leicht durch die Luft mittheilen, so würde es im Schatten so heiß sein wie in der Sonne. — Heiße Luft giebt ihre Wärme sehr schwer ab. Die wirthlichen Hausfrauen setzen bei vielen Verrich-

tungen am Feuerheerd ihre Hände sehr oft einer außerordentlich hohen Hitze aus, und zuweilen, z. B. beim Kaffeebrennen, geschieht dies durch sehr lange Zeit, ohne daß sie sich die Hände verbrennen. In einer Röhre des Stubenofens, worin Wasser in Kochen geräth, herrscht eine Hitze von mindestens 80 Grad, gleichwohl kann man die Hand in die Röhre halten, ohne sich zu verbrennen. In den geheizten Bratöfen unserer gewöhnlichen Küchen herrscht oft eine bei weitem größere Hitze, in welcher sogar Fett verdampft, und dennoch steckt die Hausfrau auf kurze Zeit ohne Gefahr den Arm hinein, um den Braten zurechtzurücken und schützt sich höchstens die Finger, mit welchen sie die Bratpfanne berührt. In Dampfbädern, woselbst oft eine Hitze von 100 Grad herrscht, kann man es eine Zeit lang recht gut aushalten. Bei Dampfmaschinen steht der Maschinist und Feuermann in einem Raum vor dem Ofen, woselbst zuweilen ein furchtbarer Grad von Hitze herrscht, ohne daß diese ihnen schadet. — Wie sehr man sich aber verbrüht, wenn man auch nur eine Sekunde den Finger in Wasser steckt, das 60—70 Grad heiß ist, wird schon Jeder selber erfahren haben.

Hieraus geht hervor, daß es mit der Luft ein ganz eigen Ding und durchaus anders ist, als mit Wasser. Kalte Luft entzieht unserm Körper nicht schnell Wärme. In der Luft also, in welcher wir leben, vermag sich die Wärme unseres Körpers auf dem ihm natürlichen und nöthigen Grad sehr lange zu erhalten.

Wir können kältere, wir können heißere Luft vertragen, ohne sofort darunter zu leiden und eine bedeutende Veränderung im Körper zu verspüren.

Noch eine Eigenschaft der Luft müssen wir hervorheben. Sie ist der leichteste Stoff, der sich in der Natur vorfindet. Zwar ist Wasserstoffgas viel leichter; allein dieses Gas findet sich fast gar nicht fertig in der der Natur vor. Wasser dagegen ist ein bei weitem schwererer Stoff. Die Luft übt nun zwar trotzdem, daß sie so leicht ist, einen bedeutenden Druck nach allen Seiten auf unsern Körper aus, weil die Luftschicht, in welcher wir leben, von einer viele Meilen hohen Luftschicht gepreßt ist. Da aber auch alles Wasser von derselben Luftschicht gedrückt wird, und außerdem das Wasser selber noch ein schwerer Stoff ist, so ist der Druck, den ein Körper erleidet, wenn er in Wasser gebracht wird, wesentlich stärker als der, welchen er in der Luft zu ertragen hat.

Wir leben in der Luft: das heißt, wir genießen fortwährend ein Luftbad; da aber, wie wir sogleich sehen werden, das Wasser von anderer Naturbeschaffenheit ist als die Luft, so darf es uns nicht wundern, daß eine Veränderung mit uns vorgeht, wenn wir ein Wasserbad nehmen.

III. Wie Wasser ein ander Ding ist.

Die Naturbeschaffenheit des Wassers ist in den Punkten, in welchen wir im vorhergehenden Abschnitt die Luft betrachtet haben, und ebenso in andern wesentlich von dieser verschieden.

Die Luft an sich ist trocken; sie nimmt deshalb Feuchtigkeit in sich auf, das heißt, es verdampfen wässerige Flüssigkeiten, wenn sie der Luft ausgesetzt werden. Die Luft zehrt also am Wasser und zwar in sehr starken Portionen; das Wasser dagegen nimmt nur wenig Luft in sich auf; es hat aber die Eigenschaft, einen großen Theil fester Stoffe, mit denen es in Berührung kommt, aufzulösen und sich beizumischen.

Setzt man bei trocknem Wetter einen Teller mit etwas Wasser an die freie Luft, so wird man bald finden, daß das Wasser weniger wird und nach und nach ganz und gar verschwunden ist. Im gewöhnlichen Leben sagt man, das Wasser sei ausgetrocknet oder eingetrocknet; in Wahrheit aber ist hier eine Verwandlung des Wassers vor sich gegangen. Es hat sich nach und nach in Wassergas verwandelt, dieses Wassergas hat sich der Luft, die über den Teller dahinstrich, beigemischt, und schwebt jetzt in der Luft und mit dieser umher. Das Wasser also ist luftförmig geworden.

Wie aber ist es, wenn in dem Wasser irgend etwas aufgelöst gewesen ist? Was wird daraus, wenn man etwas Zuckerwasser oder Salzwasser in dem Teller

der Luft ausgesetzt hat? Schwimmt dann auch der Zucker oder das Salz mit in der Luft umher? Es ist dies keineswegs der Fall; man kann sich vielmehr durch einen Versuch sehr leicht davon überzeugen, daß Zucker oder Salz und ganz so alles andere, das im Wasser aufgelöst enthalten ist, im Teller zurückbleibt, und als feine Krystalle sichtbar ist.

Wir sehen also, daß das Wasser auflösend ist, das heißt, es verwandelt viele feste Stoffe in Flüssigkeiten und mischt sich diesen bei, dagegen ist die Luft destillirend, das heißt, sie verwandelt das Wasser in Gas und läßt die in demselben aufgelöst gewesenen Stoffe als festen Bestandtheil zurück.

Auf diesem Vorgang, der Auflösung vieler Stoffe im Wasser und dem Destilliren des Wassers und dem Zurückbleiben der festen Bestandtheile durch die Thätigkeit der Luft, beruht ein bedeutender Theil der Thätigkeit der Natur sowohl in der belebten wie in der unbelebten Welt; wir können jedoch in unserm Thema nicht weiter darauf Rücksicht nehmen, und müssen die weitern Verschiedenheiten des Wassers und der Luft näher in's Auge fassen.

Wir haben gesehen, daß die Luft ein sehr schlechter Leiter der Wärme ist, das heißt: sie nimmt sehr langsam die Wärme auf und giebt sie sehr langsam wieder von sich; beim Wasser ist es anders. Zwar ist Wasser im Vergleich mit andern Stoffen, z. B. mit Metallen noch immer ein sehr schlechter Wärme-Leiter. Man kann z. B. einen langen Zylinder mit Wasser schräg

über eine Spiritusflamme halten, so daß das Wasser im obern Theil des Zylinders kocht, während im untern Theil des Zylinders das Wasser sehr wenig erwärmt ist. Würde das Wasser ein guter Leiter der Wärme sein, so müßte das Wasser im obern Theil des Zylinders dem im untern Theil seine Wärme abgeben, und demnach alles Wasser einen gleichen Grad von Hitze haben. Allein im Vergleich zur Luft ist Wasser immer noch ein starker Leiter der Wärme. — Unsere Hand erkaltet viel schneller in kaltem Wasser als in kalter trockner Luft, und wird vom heißen Wasser verbrüht, ohne von ebenso heißer Luft irgendwie genirt zu werden.

Wie bedeutend der Unterschied ist, ergiebt die tägliche Erfahrung. — Wenn die Luft fünfzehn Grad Wärme hat, so nennen wir sie eine laue Luft und sind im Stande in einem Zimmer, wo diese Luft trocken ist, mit Behaglichkeit Tage lang zu verweilen. Wasser dagegen nennt man erst lau, wenn es 28 bis 30 Grad Wärme hat, und wenn wir, sei es in den Kleidern, sei es nackt, länger als fünfzehn Minuten in einem fünfzehn Grad warmen Wasser zubringen, so klappern uns die Zähne vor Kälte.

Wir müssen noch einen Unterschied zwischen Wasser und Luft hier geltend machen, obwohl wir gleich von vorn herein gestehen, daß wir hiermit ein wissenschaftlich noch nicht völlig klar gemachtes Feld betreten.

Luft ist im trocknen Zustand ein außerordentlich schlechter Leiter der Elektrizität. Wenn es nun auch noch

sehr gewagt ist, von der elektrischen Thätigkeit in unserm Körper ein Langes und Breites mit voller Sicherheit, und namentlich in Bezug auf unsern Gesundheitszustand zu sprechen, so steht doch durch die glänzenden Forschungen Du Bois-Reymond's so viel fest, daß die Elektrizität eine bedeutende Rolle in unserm Körper spielt. Ferner steht es fest, daß unsere Haut, wenn sie nicht feucht ist, die Elektrizität ebenfalls sehr schlecht leitet, und sie gewissermaßen in dem Körper absperrt. — Dagegen ist Wasser ein vorzüglicher Leiter der Elektrizität, und indem dies unsere Haut durchfeuchtet, öffnet es allen elektrischen Strömungen im Innern des Körpers den Weg nach außen hin, und bahnt den elektrischen Erdströmen den Weg nach innen.

Welchen Einfluß dies beim Bade, namentlich beim Bade in offenem Wasser hat, läßt sich auf dem jetzigen Standpunkt der Wissenschaft schwerlich mit Sicherheit angeben; aber ohne Einfluß bleibt es gewiß nicht. — Wasser also ist offenbar ein ander Ding als Luft.

Da es aber unsere Haut ist, die wir eigentlich beim Bade zu Markte tragen, so müssen wir die Naturbeschaffenheit derselben gleichfalls ins Auge fassen, und dies wollen wir im nächsten Abschnitt thun.

IV. In was für Haut wir stecken.

Die Haut ist der Ueberzug des Leibes und die Grenze zwischen der ganzen Welt draußen und der höchst wunderbaren Lebensfabrik im Innern des Menschen. Aber diese Grenze ist eigenthümlicher Natur. Wenn wir das Innere des Menschen das Inland, und die Welt draußen das Ausland nennen, so muß man sagen, daß die Grenzsperre nach dem Ausland bei weitem milder ist als die nach dem Inland. Die Haut sperrt den Menschen weit weniger von der Welt ab als die Welt von dem Menschen. Der Weg von innen nach außen ist sehr freimüthig in der Haut geöffnet; der Weg von außen nach innen ist schon weit weniger offen.

Die Haut aber ist durchaus nicht eine einfache Art Sieb, durch das Theile des Körpers beliebig austreten können, sondern sie ist ein so bedeutendes und eigenthümliches Organ des Körpers, daß wir auf eine nähere Beschreibung derselben hier eingehen müssen.

Die Haut des Menschen besteht aus drei verschiedenen Lagen, die zusammen ein gar nicht schwaches Leder liefern. Die obere Haut, welche wir auf dem Körper sehen, heißt die Hornhaut. In ihr fließt weder Blut, noch sind in derselben Nerven vorhanden; sie ist deshalb blutlos und gefühllos. Von dieser Oberhaut kann man ganze Fetzen abschneiden, abreißen und abbeißen, ohne Schmerz zu empfinden. Sie reibt oder nutzt sich auch fortwährend ab, und erneut sich außerordentlich schnell.

Wenn man sich ein Stückchen dieser Haut, z. B. von der Handfläche mit einem scharfen Federmesser abschneidet, so kann man, wenn man dieselbe gespannt gegen das Licht hält, sehr deutlich sehen, daß sie außerordentlich viele Löcher hat. Es sind dies die Schweißlöcher, deren Bestimmung wir sofort kennen lernen werden.

Unter dieser Hornhaut befindet sich die Lederhaut, welche von Nerven und Blutäderchen vielfach durchwebt ist. Es kommt vor, daß man sich durch einen Stoß am Schienbein die Oberhaut abgeschunden; in solchem Fall sieht man oft die Lederhaut unverletzt als eine glänzende, blutreiche, äußerst empfindliche Haut bloß liegen, ohne daß sie jedoch blutet oder schmerzt, wenn man sie nur vor kalter Luft schützt. In dieser, der Lederhaut, liegen die Wurzeln der Haare eingebettet, weshalb es auch schmerzt, wenn man sich ein Haar ausreißt. Auch diese zweite Haut ist durchlöchert, denn die Schweißkanäle führen durch sie hindurch, da die Quelle des Schweißes noch tiefer unter derselben liegt.

In der That ist es eben die dritte Haut, oder das Unterhaut-Zellgewebe, in welcher alle Schweißkanäle ihre Wurzeln haben. Es sind dies eigenthümlich gewundene Knäul-Drüsen, die durch ein starkes Vergrößerungsglas betrachtet, wie Därme aussehen. Diese stecken meist in einem Fettlager und haben das Geschäft, das Wasser aus dem im Umlauf begriffenen Blut, das an ihnen vorüberstreicht, aufzunehmen und durch den Kanal hinauszubefördern. Mit diesem Wasser werden auch noch einzelne andere Stoffe aus dem Körper hinaus beför-

dert, die dem Schweiß eigen sind, und von denen wir nur hier so viel sagen wollen, daß ihr Verbleiben im Körper, nachdem sie verbraucht sind, durchaus schädlich ist.

Es ist aber nicht durchaus nöthig, daß wir tropfbaren Schweiß aussondern; es ist vielmehr noch eine besondere Aufgabe der Haut, die darin besteht, daß sie in Gasform die verbrauchten Stoffe ausdünstet, und dies geschieht fortwährend, selbst wenn wir uns ruhig verhalten. Die gasförmige Aussonderung ist bei weitem wichtiger als die wässerige, denn ein Stocken derselben bringt die heftigsten Krankheiten hervor, und wie wir bei künstlichen Lack-Ueberzügen über den größten Theil der Haut sehen, erfolgt sogar in kurzer Zeit der Tod, während wohl alle schon bemerkt haben, daß man wochenlang existiren und sich verhältnißmäßig ganz wohl befinden kann, ohne in wirklichen Schweiß zu gerathen.

Es würde uns zu weit führen, wenn wir hier auf die Art der Wirksamkeit der Haut genauer eingehen wollten. Wir haben uns für jetzt nur Einiges hierüber zu merken.

An der Oberhaut ist es wichtig, daß wir sie in einem Zustande erhalten, welcher sowohl der gasförmigen, wie wässerigen Absonderung den Durchzug gestattet. — In der zweiten Haut stecken Blutadern und Nerven, und es läßt sich denken, daß bei rein gehaltener oberster Haut auch eine Einwirkung durch dieselbe auf Blut und Nerven möglich ist. Endlich sind nicht nur Blut

und Nerven, sondern auch die Schweißdrüsen in der untersten Haut vorhanden, und auch auf diese ist eine mittelbare und unmittelbare Einwirkung von außen her möglich.

Daß beim Baden solche verschiedene Einwirkungen stattfinden, werden wir sogleich sehen, wenn wir erst noch einen wesentlichen Punkt über die Thätigkeit der Haut werden in Betracht gezogen haben.

V. Die Verdunstung durch die Haut.

Wie bereits gesagt, scheidet sich durch die Haut sowohl flüssiges Wasser, das heißt Wasser in tropfbarer Gestalt aus dem Körper aus, wie Wasserdunst, das heißt Wasser in gasförmiger Gestalt. Betrachtet man nun die Haut selber, so zeigen sich nur die Schweißlöcher als die offenen Wege von innen nach außen, und es liegt nahe, daß man den ganzen Vorgang der Verdunstung am menschlichen Körper diesen offenen Kanälen der Haut zuschreibt.

Die Sache hat jedoch einige Schwierigkeit in der Erklärung, und man ist durch nähere Betrachtung genöthigt, einen tiefern Grund für diese Verdunstung aufzusuchen.

Es haben nämlich gewissenhafte Naturforscher die Zahl der Schweißlöcher des ganzen Körpers mit ziemlicher Genauigkeit bestimmt, und das ist eben nichts Kleines. Die Zahl derselben ist auf verschiedenen Körper-

theilen sehr verschieden. Auf einem Stück Haut von der Größe eines Dreiers am Nacken, am Rücken u. s. w., finden sich an 400 Schweißlöcher; auf einem ebenso großen Stück Haut von den Wangen sind 540, ein gleich großes Stück Haut von Bauch und Brust hat 1130; von der Stirn hat 1258, vom Halse hat 1300, von der Fußsohle sogar 2685 solcher Schweißlöcher. Alles in allem gerechnet, ergiebt für den ganzen Körper eines erwachsenen Menschen an 2,380,000 offene Kanäle der Verdunstung.

Da man nun die Weite dieser einzelnen Kanäle mit Genauigkeit gemessen hat, so haben sich die Naturforscher die Frage vorgelegt: wie groß sind die Schweißlöcher sammt und sonders? das heißt: wie groß würde das Loch sein, wenn man aus all den zwei Millionen Schweißlöchern ein einziges machen würde? Die Antwort hierauf ist, daß solch ein Loch an acht Quadratzoll groß wäre, das heißt ungefähr ein so großes Loch, daß man es mit einem gewöhnlichen Teller zudecken könnte.

Hierauf stellte sich nun die Naturforschung folgende weitergehende Frage. Wenn der menschliche Körper wirklich nur an all den einzelnen Schweißlöchern einen ebenso großen Verdunstungsraum besitzt, wie etwa ein Teller, so müßte aus solchem Teller mit Wasser, den man so warm hält, wie den menschlichen Körper, also 30 Grad, und den man der Luft aussetzt, — so müßte aus solchem Teller eine ebenso starke Verdunstung stattfinden, wie aus dem Körper eines Menschen. — Ist dies aber auch wirklich der Fall?

Angestellte Versuche und getreue Beobachtungen haben gelehrt, daß ein Mensch durchaus ein ander Ding ist als ein tellergroßes Loch mit Wasser von 30 Grad Wärme.

Von einem Teller Wasser, der auf dreißig Grad Wärme erhalten wird, verdunsten nach genauen Beobachtungen in 24 Stunden etwa acht Loth Wasser. Ein Mensch aber verliert durch die Hautausdünstung in 24 Stunden an zwei Pfund; das heißt, nahe achtmal soviel, wie er verdunsten würde, wenn er ein Teller mit Wasser wäre.

Es lassen sich zwar nun Erklärungen auffinden, weshalb die Verdunstung am Menschen soviel mal stärker ist, als an einer andern tellergroßen Verdunstungsfläche. Man hat bei dieser Berechnung nur den Durchmesser der Schweißlöcher in Anschlag gebracht, während man wohl die ganze Fläche des Kanals hätte mit berechnen müssen. Ferner geht bei der Verdunstung des Wassers in einem Teller Vieles vor, was bei einzelnen getrennten Verdunstungspunkten nicht stattfindet, wie z. B. der kühlende Einfluß eines verdunstenden Atoms auf sein Nachbar-Atom; oder das Steigen des untern erwärmten Wassers, und das Sinken des oben an der Verbindungsfläche abgekühlten Wassers, was nicht ohne störenden Einfluß auf die Verdunstung selber sein kann. Endlich darf man nicht außer Acht lassen, daß der menschliche Körper einmal so eingerichtet ist, daß er fortwährend eine Wärme in sich erzeugt, und dennoch niemals mehr als dreißig Grad warm werden darf; es muß also die Ver-

dunstung sich steigern, weil der Mensch in diesem Punkte gewissermaßen einer Flüssigkeit gleich ist, die schon bei 30 Grad kocht und also niemals stärker als bis auf 30 Grad erwärmt werden kann. —

Aber wenn man auch anderweitige Erklärungen für die so starke Verdunstung am menschlichen Körper auffinden kann, so ist doch Folgendes die wichtigste und wesentlichste der Erklärungen:

Die menschliche Haut ist nicht nur in den Kanälen der Schweißdrüsen durchdringlich, sondern es findet auch ein Durchdringen von gasförmigen Ausdünstungen durch die Haut statt, selbst an Punkten, wo keine Schweißlöcher sind.

Die Kanäle der Schweißdrüsen führen die bereits im Körper zu Wasser sich verdichtenden Gase in wässeriger Form aus dem Körper, während die Haut selber für das Gas durchdringlich ist, und dies durch dieselbe ihren Ausgang nimmt, selbst da, wo kein sichtbarer Ausgang ist.

Daß dem wirklich so ist, daß, Gase durch Häute hindurchgehen, selbst wenn diese keine Poren haben, das ergeben die neuesten Versuche und Untersuchungen der mit dem Namen Diffusion bezeichneten Erscheinungen, von denen wir bereits bei einer andern Gelegenheit Mittheilung gemacht haben; namentlich findet dieses Durchdringen der Gase durch Häute da statt, wenn auf beiden Seiten der Haut verschiedene Luftarten sind; befindet sich jedoch auf einer Seite der Haut Wasser und auf der andern Luft, so geht das Durchdringen der Luftart nicht so merklich vor sich.

Hieraus aber entnehmen wir, daß die gasförmige Ausdünstung des Menschen durch die Haut geschieht, und zwar nicht durch die Schweißkanäle allein, und hauptsächlich dann, wenn die Haut von außen mit der Luft in Berührung steht. Entziehen wir zeitweise den Körper der Luft und gehen in's Wasser, so verschließen wir den Durchzug und behindern die gasförmige Verdunstung für diese Zeit.

VI. Eintheilung der Bäder.

Nachdem wir nun die Naturbeschaffenheit der Luft, in welcher wir leben oder in welcher wir so zu sagen fortwährend baden, ferner die Naturbeschaffenheit des Wassers kennen gelernt, in welches wir uns nur zeitweise begeben, um daselbst ein Bad zu nehmen, und endlich auch die Naturbeschaffenheit und Hauptthätigkeit der Haut unsern Lesern vorgeführt haben, auf welche zunächst dieser Wechsel von Luft und Wasser wirkt, sind wir vorbereitet genug, um zum Bade selber übergehen zu können.

Wir werden, wie bereits angegeben, auf die große Reihe rein medizinischer Bäder hier nicht eingehen, sondern haben diejenigen Bäder im Auge, die der Privatmann ohne direkte Zuziehung des Arztes benutzt und hierbei entweder von allgemeinen Vorschriften, oder seinem eignen Gefühl und Wohlbehagen sich leiten läßt.

Wir können die Bäder je nach ihren Wirkungen in vier verschiedene Klassen eintheilen.

Das allgemeinste Bad ist das Reinigungs-Bad.

Wir haben es bereits mehrfach erwähnt, daß ein bloßer Lack-Ueberzug über die Haut, welcher die Ausdünstung derselben hindert, hinreicht, um den Tod nach sich zu ziehen; und hieraus ergiebt es sich von selbst, daß das Reinhalten der Haut das erste Erforderniß zur dauernden Gesundheit des Leibes ist. Das Reinigungs-Bad ist also das hauptsächlichste und allgemeinste, und wir werden dies zuerst in Betracht ziehen.

Aber selbst in Fällen, wo die Haut vollkommen rein ist, kann durch Umstände, die wir noch näher werden kennen lernen, ihre Thätigkeit gehemmt sein. Sie kann durch andauernde feuchte Kälte, ebenso wie durch erschlaffende Hitze in den Zustand einer krankhaften Ruhe gerathen, und ohne ein bestimmtes Leiden bereits hervorgerufen zu haben, ein leichtes erfrischendes anregendes Mittel nöthig machen, das ein Bad in unübertrefflichem Maße gewährt.

Und hier ist es, wo das Bad schon den Charakter einer Kur an sich trägt, wenn auch einer Kur, zu der das eigne Wohlbefinden und Gemeingefühl der beste Arzt ist.

Da die Haut aber ein so einfach Ding nicht ist, wie sie im gewöhnlichen Leben erscheint, da sie die Grenze ist, wo Wärme und Kälte ihren Eindruck hervorbringen, da sie der Sitz eines weit verzweigten Netzes von Blutadern und Nerven, von Talgdrüsen und Schweißdrüsen

ist, und außerdem noch in ihrem ganzen Umfang eine für innere Gase des Körpers durchdringliche und für äußere Gase aufnehmende Schicht bildet, so können, wie sich von selbst versteht, die Einwirkungen der Bäder auf die Haut sehr verschieden sein.

Wir wollen bei unserer Eintheilung der Bäder dieselben je nach der Wirkung und dem Organ, auf welches sie gerichtet sind, ordnen.

Nach der Klasse der Reinigungs-Bäder wollen wir diejenigen betrachten, die entweder durch Kälte oder durch Wärme wirken. — Beides aber, Kälte sowohl wie Wärme, kann ebenso auf die Schweißdrüsen der Haut, wie auf die durch die Haut verbreiteten Nerven und Blutgefäße einwirken, und so ergiebt sich dann die Eintheilung als folgende.

Erstens: Reinigungs-Bäder

Zweitens: Bäder in ihrer Einwirkung auf die Drüsen.

Drittens: Bäder in ihrer Einwirkung auf die Blutgefäße.

Viertens: Bäder in ihrer Einwirkung auf das Nervensystem.

Um jedoch Mißverständnisse zu vermeiden, müssen wir hier noch auf Folgendes aufmerksam machen.

Der menschliche Leib ist eine Fabrik, in welcher zwar eine Theilung der Arbeit stattfindet. Was die Nerven zu thun haben, thun die Adern nicht, und was die Adern bewerkstelligen müssen, können die Drüsen nicht vollbringen; allein es arbeiten die gesonderten Organe derart

Hand in Hand, daß man auf eines gar nicht einwirken kann, ohne das andere zu treffen.

Man muß sich daher nicht vorstellen, als könne man auf die Drüsen allein, oder das Adersystem allein, oder auf die Nerven allein einen Eindruck machen, ohne alles sammt und sonders dadurch anzuregen; es handelt sich bei unserer Eintheilung nur darum, auf welches dieser Organe man vornämlich und aus erster Hand, was man primär nennt, einwirken will; aus zweiter Hand, das heißt: sekundär, ist und muß auch jede Einwirkung auf die gesammten Organe wirkend sein.

Unsere Eintheilung ist also nicht sowohl eine solche, wie sie die Natur des Erfolges mit sich bringt, sondern wie sie zur leichtern Uebersicht der Wirksamkeit dieser Natur-Einwirkung nöthig ist.

Und somit zur Sache.

VII. Das Reinigungsbad.

Die Bedeutung und das Bedürfniß der Reinigungsbäder ist so allgemein bekannt und anerkannt, daß eigentlich wenig zu sagen bleibt zu dem, was bereits in vortrefflichen Volksschriften hierüber gesagt worden ist. Wir wollen deshalb nur das hinzufügen, was in naturwissenschaftlicher Beziehung belehrend sein kann.

Da wir wissen, daß die Haut ein äußerst wichtiges Organ ist, welches den Beruf hat, zwischen der Welt

draußen und der Lebensthätigkeit im Innern des Menschen einen Austausch und eine Wechselwirkung zu unterhalten, so ist es klar, daß man über dieser bereits dreifachen Hautschicht nicht noch eine vierte anwachsen lassen darf, eine Schmutzschicht, welche die Grenzsperre zwischen innen und außen in gefahrvoller Weise verstärken würde.

Man glaube aber nicht, daß es hierzu unnöthig, durch Waschen oder Baden einen Eingriff zu thun, sondern schon ausreichend sei, reinlich zu leben, sich vor Berührung mit schmutzigen, staubigen Gegenständen zu hüten und gewissermaßen die Haut in ihrer sogenannten Natur-Reinheit und Natur-Schönheit zu erhalten.

Es ist vielmehr die Natur selber in diesem Punkte weder von solcher Reinheit, noch Schönheit, wie es manchem Naturschwärmer scheinen möchte.

Nicht nur von außen her setzen sich an die Haut Staub und verschiedenartige Theile von all' den Dingen an, die uns umgeben; sondern von innen heraus benutzt die Natur die Haut als die Stätte, wo sie Alles, was sie aus dem Körper zu schaffen Lust hat, ablagert, und überläßt es uns dann, das, was sie abgeworfen, in irgend einer Weise weiter zu transportiren.

Wir haben bereits darauf aufmerksam gemacht, wie Wasser die Eigenschaft besitzt, viele Stoffe aufzulösen; wie aber, wenn das Wasser an der Luft verdunstet, die aufgelösten Stoffe zurückbleiben. Es tritt auf unserer Haut solch ein Vorgang gar zu oft ein.

Der wässerige Schweiß, der sich aus den Schweiß-

poren drängt und der unseren Körper mehr oder weniger befeuchtet, ist kein reines Wasser. Es befinden sich in diesem gar viele Stoffe aufgelöst, die man schwerlich sonst hier suchen würde. Es ist eine Portion Kochsalz, einiges von Schwefelverbindungen, ferner noch andere Salze und Säuren und der von Vielen schwerlich hier vermuthete Harnstoff in dem Schweiße enthalten, und überdem schwimmen noch im Wasser aufgelöste Fett-Tröpfchen umher, die man durch Vergrößerungsgläser sehr gut sehen kann.

Die Natur lagert demnach mit dem Strom von Schweiß, den sie vom Innern des Körpers nach außen hin sendet, auf die Haut eine ganze Masse ihr nicht mehr nützlicher Stoffe ab. Nun ist zwar die Luft so freundlich, das Wasser in Form von feinem Dunst fortzuführen, und mit diesem Dunst verdunsten auch eine Menge flüchtiger Säuren des Schweißes, die ihm seinen eigenthümlichen Geruch verleihen; aber die anderen nicht flüchtigen Stoffe bleiben als feste Kruste auf der Oberfläche der Haut zurück und bilden einen kleinen Ueberzug über dieselbe, der keineswegs auf Natur-Reinheit und Natur-Schönheit günstig einwirkt.

Hierzu kommt noch, daß wir aus einer andern Quelle sogar wirklichen Talg auf die Haut ablagern. In der mittleren Hautschicht, woselbst die Haare eingebettet sind, befinden sich an der Wurzel derselben kleine traubenförmige Drüsen, welche eine ölartige Flüssigkeit absondern. Auf der Oberfläche der Haut wird das Oel hart wie Talg, erhält ein gelbes schmutziges Ansehen und

verleiht der Haut jene Klebrigkeit und das sogenannte ungewaschene Ansehen, das wir an recht gehörig verschlafenen Gesichtern bemerken, bevor frisches Wasser und gute Seife die Reinigung vollzogen.

Würden wir nur so scharfblickende Augen haben, wie man sie mit Hilfe guter Vergrößerungsgläser sich künstlich verschafft, so würden wir staunend bemerken, wie die Natur durchaus nicht soviel auf Natur-Reinheit und Natur-Schönheit hält als sich Natur-Enthusiasten einbilden, wie sie vielmehr die Haut als eine Art Müllkasten betrachtet, auf dem sie Häufchen von Salzen ablagert, Berge von Fett aufthürmt und Schuppen von Talg anschmiert, und dem Menschen es überläßt, sich selber davon zu reinigen, wenn es ihm zu arg wird.

Kommen nun zu dieser meist klebrigen Natur-Schminke noch von außen her die Schönpfläſterchen des Staubes aller Arten, den selbst die vornehmsten Menschen nicht von sich abwehren können, wie erhaben sie sich auch über dem Staube dünken mögen, so vollendet sich eine Toilette, die nicht nur unserer Schönheit, sondern hauptsächlich unserer Gesundheit schweren Eintrag thut.

Indessen müssen wir der Natur die Gerechtigkeit widerfahren lassen, daß sie nicht so ganz und gar unbarmherzig mit unserer Haut umgeht, sondern ein sehr praktisches Mittel weiß, ihre Ablagerungen fortzuschaffen.

Die Oberhaut, der sie soviel aufbürdet, wird von

der Natur selber in kleinen Schüppchen abgestoßen, während sich neue Oberhaut unter derselben bildet. Wir stecken nicht gar lange Zeit in unserer Haut, sondern werfen sie in feinen Stückchen von uns ab. Wir häuten uns, nicht wie die Schlangen und dergleichen Kreaturen mit einem Male, sondern fahren äußerst langsam und einzeln aus der Haut; weshalb denn Menschen, die sich lange Zeit nicht gewaschen oder sonst die Haut einzeln durch Arbeit abgerieben haben, wie z. B. nach Krankheiten, namentlich Hautkrankheiten, sich förmlich abpellen und als neue Menschen aus ihrer eigenen Haut kriechen.

Das ist nun freilich eine Natur-Reinigung; aber eine, auf die man nicht warten kann, weil sonst gerade die Schüppchen der Hornhaut sich zu der Natur-Schmiere gesellen und den Leib so gehörig verkleistern, daß schwere Krankheiten die Folge von Vernachlässigung des Waschens und Badens unser Loos sind.

VIII. Die Empfindlichkeit und die Gesundheit.

Wie sich von selbst versteht, ist bei dem Bade, das wir soeben betrachten, die Reinigung der Haut die Hauptsache, während das Bad nur ein Mittel hierzu ist. Es folgt hieraus von selbst, daß Waschungen, welche eine Reinheit der Haut bewirken, in diesem Punkte recht wohl

das Bad ersetzen können, und weil es bei jedem ordentlichen Menschen gebräuchlich ist, mindestens von Zeit zu Zeit durch Waschungen die Reinigung des Körpers vorzunehmen, ist es dahin gekommen, daß das Baden zu diesem Zweck viel zu selten geschieht.

Weil dies aber der Fall ist, deshalb trifft man gar zu häufig auf Menschen, die das Baden mit einem gewissen Gefühl des Unbehagens ansehen, denen es immer einen Entschluß kostet, ein Bad zu nehmen, und die es, wenn sie baden, als eine ungewohnte Last betrachten, deren sie sich entledigen müssen. Da aber ein lauwarmes Bad dem Zweck der Hautreinigung am besten entspricht, da der Gebrauch von ein wenig Seife, deren Wirkung darin besteht, daß sie im Stande ist, Fette löslich zu machen, die Reinigung außerordentlich unterstützt, so können wir Bäder dieser Art nicht dringend genug Allen empfehlen, die ihre Gesundheit erhalten wollen, und dieser Empfehlung die Versicherung hinzufügen, daß der größte Theil der gewöhnlichen Krankheiten ihren Grund in unterdrückter Hautthätigkeit haben.

Die Vernachlässigung des Badens ist mindestens so allgemein, und selbst in denjenigen Volksklassen allgemein, welche eine Ausgabe für ein Bad nicht gerade zu scheuen haben, daß wir gewissen versteckten Vorurtheilen gegen dasselbe hier begegnen müssen.

Wer den Muth hat, offen zu zeigen, daß er dem Baden nicht hold ist, führt zu seiner Vertheidigung die Thatsachen an, daß die gesundesten und kräftigsten Menschen im Arbeiterstande zu finden sind, aus dem nur sehr

Wenige sich zu einem Bade bequemen; daß das Landvolk kräftiger ist, als das städtische, trotzdem ein Bad auf dem Lande zu den seltensten Ausnahmen gehört; daß eine besondere Pflege der Haut eine Verweichlichung und Verzärtelung zu Wege bringt; daß eine Gewöhnung an das Bad die Versagung desselben gefährlicher mache; daß man nach dem Bade leichter Erkältungen ausgesetzt ist, als vor demselben, und endlich — fügen diese offenen Gegner des Badens hinzu — daß sie sich wohl und kräftig fühlen, trotzdem sie höchstens in den heißesten Sommertagen ein Bad im Freien zur Abkühlung nehmen.

Es haben diese Einwürfe einen Schein der Wahrheit für sich, sind aber im wahren Sinne dennoch falsch. —

Es ist wahr, daß man in den arbeitenden Klassen, die wenig baden, eine entwickeltere Muskelstärke findet, als in den anderen Bevölkerungsklassen, die häufiger die Bäder in Anspruch nehmen; aber man täuscht sich, wenn man den Arbeiter im Durchschnitt deshalb für gesunder hält. Die Erkrankungen sind unter den Arbeitern seltener, als unter den weniger körperlich thätigen Ständen; aber dafür finden sich die Todesfälle unter erkrankten Arbeitern bei weitem häufiger, als unter den Erkrankten der andern Volksklassen. Und hierin hat unter anderen Ursachen auch die vernachlässigte Reinigung der Haut Schuld. Der Arbeiter empfindet bei seiner stärker entwickelten Muskelkraft, bei seinem weniger empfindlichen Nervensystem die kleineren Störungen der Gesundheit weniger, die stets

die Vorläufer größerer Störungen sind. Er geht oft an die Arbeit, ja, er muß oft noch an die Arbeit gehen, wenn ihm auch nicht so recht zu Muthe ist, und der Fall tritt nicht selten ein, daß gerade die heftige Körperbewegung einen gewaltsamen Schweiß durch die halb verschlossenen Poren seines Körpers treibt und ihn nach der Arbeit gesunden läßt, während der Wohlhabendere genöthigt oder gemüßigt ist, den gesundenden Schweiß im Bette und nach ärztlicher Hilfe abzuwarten. In solchen Fällen, die gar sehr oft eintreten, erscheint in der That der Arbeiter als der gesündere, denn er selber fühlt es kaum, daß er wirklich krank war. — Tritt aber diese Störung öfter auf und hilft die heftige Körperbewegung nicht zu einer gesundenden Krisis, so tritt nur leider zu häufig der Fall ein, daß der Arbeiter den Hammer aus der Hand sinken läßt und auf's Krankenlager gebracht werden muß, von dem die späte Kunst des Arztes ihn nicht mehr retten kann, die bei dem, der die Pflege der Haut weislicher bedacht hat, nicht fehlschlägt.

Es geht mit dem Landbewohner fast ebenso. Er ist weniger empfindlich für leichtere Uebel, und deshalb eben, weil diese leisen Mahnungen der gestörten Gesundheit nicht empfunden werden, treten die wesentlicheren Störungen weit kräftiger und charakteristischer auf und raffen unter einer gleichen Zahl von Erkrankten weit mehr fort, als es unter den nichtarbeitenden Klassen der Fall ist. — Würde man Erkrankungslisten führen, so würden die arbeitenden Klassen als gesünder

erscheinen; wer aber Sterbelisten vergleicht, der weiß leider, wer das traurige Material zur Füllung derselben liefert.

Wenn man der vorsorglicheren Pflege der Haut durch laue Bäder ihre größere Empfindlichkeit zuschreibt, so ist dies ganz richtig; aber diese Empfindlichkeit, wenn sie nicht ausartet, ist ein wohlthätiger Anzeiger, der rechtzeitig auf Gefahren aufmerksam macht.

Es gleicht in dieser Beziehung die Haut mit ihren Schweißporen dem Sicherheitsventil einer Dampfmaschine. So lange keine Gefahr da ist, arbeitet eine Maschine mit nicht empfindlichem Ventil noch ungenirter, als eine mit empfindlicherem Ventil, das fortwährend die Schwankungen des Dampfdrucks anzeigt und Regulirung fordert. In Gefahren aber ist das unempfindliche Ventil gar zu oft die Ursache, daß der Dampf den Kessel sprengt und schwereren Schaden anrichtet, als die Empfindlichkeit eines Ventils Unbequemes an sich hat.

Das Reinigungs-Bad macht an sich nicht gesund; aber es ist ein gutes Mittel, das Sicherheits-Ventil der Gesundheit aufrecht und wirksam zu erhalten.

IX. Die Einwirkung des Wasser=Druckes.

Wir wollen nun das Baden in seiner Einwirkung auf die Schweißdrüsen oder überhaupt auf die absondernde Eigenthümlichkeit der Haut betrachten.

Beim Reinigungsbad war die Hauptsache eine bloße Reinigung der Haut, bei der es gleichgültig ist, ob sie durch Baden oder Waschen, oder auch durch bloßes trockenes Abreiben, wenn es möglich wäre, geschieht. In solchem Falle wirkt das Wasser eigentlich nur mechanisch. Sobald man jedoch eine Einwirkung auf die Lebensorgane des Menschen verlangt, muß schon die Naturbeschaffenheit, also die physikalische Eigenschaft des Wassers, mitwirken und in eingreifende Beziehung zu der Naturbeschaffenheit des Leibes treten.

Blicken wir nun auf die physikalischen Einwirkungen, so stellen sich diese bei einem Menschen, der das Luftbad, das er fortwährend genießt, verläßt und sich in's Wasser begiebt, in folgender Weise heraus.

Vor Allem ist Wasser eine schwerere Umgebung als Luft. Der Druck, den die Luft auf die ganze Oberfläche der Haut ausübt, ist in genauem Verhältniß zu der Thätigkeit der inneren Organe, wie zur Haut=Ausdünstung und Ausschwitzung. Wenn sich nun nicht mit Genauigkeit die Wirkung angeben läßt, die bei Vermehrung des Druckes durch das schwerere Wasser eintritt, so rührt dies daher, daß die Wirkungen des Wassers im Allgemeinen so wesentlich und vielfach sind,

daß der vermehrte Druck sich nicht mit Bestimmtheit fühlbar macht. Ohne Einfluß aber kann dieser Druck nicht sein, wenn er auch auf dem Barometer sich nicht bedeutend in jener Tiefe erweist, welche der menschliche badende Leib einnimmt. Bedenkt man, daß beim Besteigen sehr hoher Berge, woselbst der Druck der Luft etwas abnimmt, die Einwirkung auf Ausdünstung und Ausschwitzung des Körpers so bedeutend ist, daß man z. B. blutigen Schweiß verliert, aus dem Zahnfleisch, aus der Nase und den Augenlidern zu bluten anfängt, daß die Bewegung der Glieder äußerst beschwerlich wird und ein Ermatten derselben sehr schnell eintritt, bedenkt man, daß dies Alles geschieht, wenngleich das Barometer nur ein Stückchen fällt; bedenkt man ferner, wie „die Witterung", das heißt die Schwere oder Leichtigkeit der Luft, welches sich durch ein geringes Steigen oder Fallen des Barometers kundgiebt, von so wesentlichem Einfluß auf das Allgemeinwohl des Menschen ist, so darf man den Schluß ziehen, daß der vermehrte Druck auf die Haut, der beim Baden stattfindet, einflußreich sein muß, wenn es auch sehr schwer hält zu bestimmen, wie dieser Einfluß sich ergiebt.

Wer in einer Wanne lauwarmen Wassers badet, wo weder Kälte noch Wärme einen mächtigen Eindruck auf den Körper macht, der wird die Einwirkung, die der Druck des Wassers ausübt, wohl im Allgemeinen empfunden haben. Man fühlt die Glieder des Leibes vom Wasser getragen und gehoben. Erhebt man den Arm unter dem Wasser bis zur Oberfläche, so fühlt

man, wie sanft und leicht die Bewegung ist, hebt man ihn weiter aus dem Wasser heraus, so fühlt man, welch eine Last solch ein Arm hat, und merkt die Anstrengung der Muskeln, die zu dieser Bewegung nöthig ist. — Man sitzt mit behaglicher Gemächlichkeit nackt in einer ungepolsterten Badewanne, die ohne Wasser nicht wenig, namentlich magere Menschen, drücken würde; jetzt, wo Wasser darin ist, vermindert dessen Gewicht die Schwere unseres Leibes. Der allseitige Druck des Wassers, der eben unseren Körper fast schwebend im Wasser erhält, bringt es mit sich, daß man im Bade noch mehr Muskel-Ruhe hat, als beim Liegen auf dem Lager, wo immerhin der unten liegende Körpertheil die Last der oben liegenden zu tragen hat.

Das Alles fühlt man im lauwarmen Bade, weil in diesem jeder andere mächtigere Eindruck fehlt, der im heißen oder kalten Wasser stattfindet. Diese mächtigen Eindrücke, die wir noch näher kennen lernen werden, verwischen nur beim nicht lauwarmen Bade den Einfluß des vermehrten Druckes des schwereren Wassers; keinesweges aber kann man diese Einwirkung unbedeutend und gleichgültig nennen.

Es kommt vor, daß heftige dauernde Muskel-Anstrengung eine augenblickliche Ermattung zu Wege bringt, in welcher Einem die auf der Bettdecke ruhende Hand schwer wie ein Stein vorkommt; wer in einem solchen Zustand in ein lauwarmes Bad gebracht wird und zehn Minuten darin verweilt, der wird die große Erleichterung fühlen, welche der Druck des Wassers,

dieses allseitige Tragen des Körpers, ausübt, und — abgesehen von den sonstigen Einwirkungen des Bades, die natürlich den Umständen angemessen sein müssen — wohl ein Wörtchen mitsprechen können von der Wirkung des veränderten Druckes der leichteren Luft und des schwereren Wassers.

Was hierbei direkt auf die Muskeln einwirkt, — und vielleicht noch wesentlicher auf die Nerven, welche zur Bewegung der Muskeln dienen — wirkt aber ganz sicher auch auf die Haut und ihre Thätigkeit, wenn es auch nicht leicht ist, auf strengem naturwissenschaftlichen Wege diese Einwirkung genau festzustellen.

Auf sicherem Boden befinden wir uns aber, wenn wir bedenken, daß Wasser eine Flüssigkeit ist, welche diesen Druck ausübt, und von dem Einfluß dieses Umstandes auf die Haut und die Schweißdrüsen wollen wir im nächsten Abschnitt sprechen.

X. Die Haut als durchdringliche Wand.

Wenn man die Einwirkungen ganz übersehen will, welche eintreten, sobald ein Mensch die Luft verläßt und seinen Körper dem Wasser aussetzt, so muß man einen Umstand in Erwägung ziehen, den erst die Wissenschaft der neueren Zeit einer Untersuchung zu unterwerfen angefangen hat.

Im gewöhnlichen Leben kommt es Einem so vor,

als ob der menschliche Körper aus festem Stoffe bestehe, in welchem höchstens in einzelnen Theilen etwas Wasser enthalten ist; nähere Untersuchungen aber ergeben dies als einen Irrthum. — Wenn man die Bestandtheile des menschlichen Leibes sammt und sonders, mit Blut, Fleisch, Haut, Haaren, Knochen, Nägeln und so weiter zerlegt, so findet sich, daß nur dreißig Prozent davon feste Bestandtheile, während siebzig Prozent Wasser sind. Das heißt: in einem Menschen, der hundert Pfund wiegt, sind siebzig Pfund Wasser enthalten.

Wer dies unglaublich findet, den wollen wir nur an die eine Thatsache erinnern, daß Kinder in den ersten Monaten ihres Lebens nichts als Milch genießen, und nach Verlauf eines Jahres dreimal so schwer sind, als sie nach der Geburt gewesen. In hundert Loth Muttermilch aber sind an neunzig Loth Wasser, während die Bestandtheile des Käsestoffes, der Butter, des Zuckers und einiger Salze nur zehn Loth ausmachen.

In Wahrheit ist der menschliche Körper durch und durch mit Wasser getränkt, welches in der gesammten Bildung seiner Organe aufgeht; und dieses Wasser ist in einem fortwährenden Wechsel begriffen, es wird Verbrauchtes durch Haut-Ausdünstung, durch Ausathmen und durch Harn ausgeschieden, während in Speisen und Getränken der Ersatz dafür in den Körper gebracht werden muß. Nur in Krankheitsfällen, wie z. B. bei Wassersucht oder bei den Entleerungen und Erbrechungen in der Cholera, tritt mehr Wasser aus den Organen,

wie mit der Nahrung aufgenommen wird, als ein Zeichen des gestörten Zustandes des Blutes.

In physikalischer Beziehung kann man daher den Menschen wie eine Masse betrachten, von welcher nur etwa ein Drittel aus festem Stoff, während über zwei Drittel aus Flüssigkeit bestehen.

Die Masse ist nun in einer Haut eingeschlossen, und in dieser Haut ist sie fortwährend der Luft ausgesetzt und wird auch zeitweise in's Wasser gebracht.

Was wird die Folge hiervon sein?

Erst die neuere Zeit vermochte diese Folgen wissenschaftlich zu bestimmen, und zwar nach vorangegangenen streng geführten Versuchen.

Setzt man eine Flüssigkeit in Thierblase verschlossen der Luft aus, so verdunstet sie durch die verschlossene Blase hindurch. Die Haut des menschlichen Körpers ist schwächer als gewöhnliches Leder; aber selbst durch eine lederne Blase verdunstet wässerige Flüssigkeit. Bringt man solch eine gefüllte Blase in Wasser, so stellt sich Folgendes heraus.

Wenn das Wasser in der Blase ganz gleich ist in Bestandtheilen, wie das Wasser, in welches die Blase eingetaucht wird, so geschieht weder ein Eintritt, noch ein Austritt der Flüssigkeit durch die Wände der Blase; sobald aber die beiden Wasser nicht von gleicher Beschaffenheit sind, so findet ein Austausch statt, und zwar derart, daß das dünnere leichtere Wasser sich in größeren Mengen durch die Haut drängt und sich dem

dichteren schwereren Wasser beimischt, als von diesem zu jenem übergeht.

Man kann sich hiervon durch einen Versuch überzeugen. Bindet man einen Lampen-Zylinder unten mit Thierblase zu, gießt in denselben starkes Salzwasser und setzt ihn dann in ein Glas gewöhnlichen Wassers hinein, so wird, wenn die beiden Flüssigkeiten anfangs ganz gleich hoch stehen, bald ein Unterschied bemerkbar werden; denn es wird sich durch die Thierblase hindurch mehr reines Wasser in den Zylinder hineindrängen, so daß die Flüssigkeit im Zylinder zu steigen anfängt.

Daß der menschliche Körper gleichen Gesetzen unterworfen ist, lehrt die tägliche Erfahrung.

Warum dürstet man nach salzigen Speisen? Weshalb trinkt man soviel nach dem Genuß von Häring?

Es rührt daher, daß die Wände des Magens ebenfalls durchdringlich für Flüssigkeiten sind und bei weitem durchdringlicher als gewöhnliche Thierblase. Nun aber zirkulirt in den Wänden des Magens das Blut durch reichhaltige Adern. Befindet sich im Magen eine Flüssigkeit, die leichter ist als die Blutflüssigkeit, z. B. reines Wasser, so tritt durch die Wände des Magens das Wasser sofort in's Blut über, weshalb denn unser Durst so außerordentlich schnell durch einen Trunk gestillt wird. Nimmt man aber salzige Speisen zu sich, so wird durch die Auflösung der Salze die Flüssigkeit im Magen dichter als die Blutflüssigkeit, und es treten Wasserbestandtheile aus dem Blute durch die Wand des Magens zu der dort befindlichen dichteren salzigen

Flüssigkeit. Salzige Speisen im Magen entziehen demnach dem Blute Wasserbestandtheile und verursachen im Blute den Mangel an Wasser, den das Gefühl des Durstes uns anzeigt. Denn Durst ist eine Natursprache, welche in's Deutsche übersetzt soviel heißt wie: „Unser Blut braucht Wasser!"

Wir sehen hiernach aus den täglichen Erfahrungen, daß im lebenden Körper jenes Durchdringen der leichteren Flüssigkeit zur dichteren, die man wissenschaftlich „Endosmose" nennt, stattfindet, und sind nun so weit, zeigen zu können, wie dies beim Baden von wesentlichem Einfluß ist.

XI. Die Anregung der Haut-Thätigkeit.

Die Haut des Badenden ist es, die zwei Flüssigkeiten von einander trennt. Inwendig im Körper strömt unter der Oberhaut ein fortwährender, in unzählbaren feinen Kanälen vertheilter Blutstrom in ununterbrochenem Kreislauf; und draußen am Körper befindet sich beim Badenden eine ihn umspülende Wassermasse. Das Blut ist auf der einen Seite der Haut, das Wasser auf der anderen, und der Austausch durch diese Wand hindurch bleibt nicht aus, sobald beide Flüssigkeiten nicht völlig von gleicher Dichtigkeit sind.

Zwar ist das Blut selbst noch in der zarten Haut der äußerst feinen Adern, die ihrer Feinheit wegen die

Haargefäße genannt werden, eingeschlossen, und man könnte hiernach glauben, daß diese doppelte Scheidewand ein Hinderniß des Austausches sei; wer jedoch schon bemerkt hat, wie bei Ohnmachten das Einreiben der Haut mit Aether wirksam ist, und an sich selbst einmal gefühlt hat, wie schnell der leichte Aether durch die Haut und die Blutgefäße hindurch in's Blut dringt, der wird nicht zweifeln, daß der Austausch trotz der verdoppelten Haut stattfindet. Ja, im Leben der Pflanzen, wo sich Flüssigkeiten von der Wurzel aus bis zur höchsten Spitze verbreiten, rührt auch die Verbreitung derselben nur von dem Austausch durch die Wände von vielen Millionen Zellen her, die rings verschlossen sind und doch ein Durchdringen der Flüssigkeit gestatten.

Es kommt nun darauf an, in was für Wasser wir baden. Das Blut ist nur um ein Zwanzigtheil schwerer als reines Wasser, und dieser Unterschied will nicht viel sagen; allein man muß hierbei bedenken, daß bei dieser Vergleichung der Schwere ein sehr verschiedener Grad von Wärme vorausgesetzt ist. Das Blut ist hier in seiner Naturwärme von nahe dreißig Grad gemeint, während das Wasser im Zustande seiner größten Dichtigkeit, das heißt, wenn es vier Grad warm ist, zum Maßstab angenommen wird. Setzen wir nun voraus, daß man ein lauwarmes Bad nimmt, so ist durch die Wärme des Wassers dessen Schwere bedeutend verringert, und es stellt sich der Unterschied der Dichtigkeit zwischen solchem Wasser und dem Blut schon bei weitem stärker heraus. — Der Unterschied

verliert aber auch nicht viel an Größe, wenn wir ein kaltes Bad nehmen, indem die Kälte des Wassers sich für den Augenblick dem Blute mittheilt und es jedenfalls für einen Moment dichter macht.

Baden wir also in reinem Wasser, wie z. B. in Flüssen, so tritt durch die Haut Wasser in unser Blut über. Wir sind im Stande, durch ein Bad in reinem Wasser den Durst zu löschen, durch ein Bad in leichten Flüssigkeiten dem Körper nährende und anregende Stoffe zuzuführen, was bei den Malz-Bädern und Kräuter-Bädern der Fall ist. Verweilt man längere Zeit im Wasser, so mehrt sich deshalb die Aufnahme des Wassers im Körper derart, daß man den Drang nach Wasser-Entleerung empfindet.

Ganz anders aber ist es, wenn man in einer Flüssigkeit badet, welche dichter ist als die Blutflüssigkeit; es tritt dann Wasser aus dem Innern des Körpers in das Bad über. Vom Bad in Salzwasser, wie dem Seebad, sagt man mit Recht im Volke, daß es zehre, es entzieht in der That die dichtere Flüssigkeit, in welcher man badet dem Blut die leichteren Bestandtheile. —

Die Hausfrauen, welche Fleisch einsalzen, werden schon die Bemerkung gemacht haben, daß nach einiger Zeit der Boden des Gefäßes, worin das gesalzene Fleisch liegt, mit einer blutigen Flüssigkeit bedeckt ist. Es rührt dies daher, daß die obere Schicht von Salzwasser, die sich über dem Fleisch bildet, die leichtere Flüssigkeit aus dem Innern des Fleisches herauszieht, die nun abtropft und sich am Boden des Gefäßes ansammelt.

Man nehme nun ein Bad, welches man wolle, wenn das Wasser nicht gerade netto so dicht wie das Blut — und das wäre der allersonderbarste Zufall, — so wird entweder ein Austritt oder ein Eintritt von Flüssigkeit durch die Haut stattfinden.

Käme es nun auf weiter nichts an, als wässerige Flüssigkeiten in den Körper zu bringen oder aus ihm zu entfernen, so könnte man dies auf leichterem Wege, durch Trinken oder Dursten haben, obgleich es medizinisch oft von Wichtigkeit ist, gerade gewisse Stoffe durch die Haut eindringen oder entfernen zu lassen. Für unser Thema jedoch ist nicht die eintretende oder austretende Flüssigkeit die Hauptsache, sondern die Anregung, welche die Haut hierbei erhält, das Wechselgeschäft, zu dem sie berufen ist, kräftiger fortzusetzen, wenn sie wieder aus dem Bade ist.

Unsere Haut ist denseben physikalischen Gesetzen unterworfen, wie ein Ledersack, der, mit einer Flüssigkeit gefüllt, in eine andere Flüssigkeit gestellt wird; aber unsere Haut ist kein bloßer Ledersack, sondern ein lebensthätiges Organ, das, wenn es physikalisch angeregt ist zu einer Thätigkeit, diese auch fortsetzt, selbst wenn die Anregung aufhört. Das, was während des Badens geschieht, ist an sich gleichgültig; aber es regt das Bad die Durchdringlichkeit der Haut überhaupt an, und nach dem Bade ist dieselbe nicht nur mechanisch gereinigt, sondern auch physikalisch angeregt worden, ihr Geschäft besser fortzusetzen, sobald man wieder aus dem Wasserbade in's Luftbad tritt.

Das Bad also regt die Lebensthätigkeit der Haut an und macht diese sammt ihren Drüsen energischer und wirksamer.

XII. Die lebendige Gegenwirkung.

Wir haben bisher die Wirkung des Bades nur von dem Gesichtspunkt aus betrachtet, daß die Haut in ihrer naturgemäßen Thätigkeit gefördert werden solle. Jedes Bad aber leistet in Wirklichkeit mehr, als dies, denn es bleibt nicht ohne Einfluß auf Blut und Nerven und wirkt durch diese auf den ganzen Körper des Menschen.

Hierbei spielt jedoch eine Eigenschaft der lebenden Natur eine große Rolle, welche wir mit einigen Worten erst näher bezeichnen müssen; wir meinen die Eigenschaft der „Gegenwirkung".

Es ist ein Zeichen des Lebens, daß der Körper gegen äußerliche Eindrücke einen gewissen Widerstand leistet und daß eine Wirkung auf ein bestimmtes Organ eine Gegenwirkung von innen herausfordert. Man kann dies schon im gewöhnlichen Leben in vielfachen Fällen wahrnehmen.

Drückt man z. B. mit einem Finger auf irgend eine Stelle der Haut, so schwindet unter dem Drucke das Blut aus dem zusammengedrückten feinen Ader-Gespinnst, das die Haut durchzieht; die Stelle wird bleich. Läßt man mit dem Druck nach, so strömt nicht nur das Blut

hinzu, wie es vor dem Drucke war, sondern das Zuströmen ist heftiger und es röthet sich diese Stelle in demselben Maße stärker als sie erblichen war.

Durch Reiben kann man für den ersten Moment aus einem Glied des Körpers das Blut verdrängen; setzt man aber das Reiben fort oder läßt man auch nur damit nach, so findet die „Gegenwirkung“ statt: es drängt sich das Blut gerade stärker nach der Stelle hin, von wo es verdrängt gewesen war. — In krankhaften Zuständen ist es ein schlimmes Zeichen, wenn diese Gegenwirkung nicht mehr eintritt, denn es liegt darin der Beweis, daß das Leben nicht mehr die Energie besitzt, sein gestörtes Gleichgewicht wiederherzustellen, und fortan dem auflösenden Einfluß der Krankheit nicht mehr Widerstand leisten wird.

Es würde uns zu weit abführen von unserm Haupt-Thema, wenn wir auf eine weitere Erklärung dieser höchst wichtigen Erscheinung der Lebensthätigkeit eingehen wollten. Es gehört noch zu den ungelösten Fragen, ob bei der Gegenwirkung das Blut oder die Nerven die Hauptrolle spielen, ob die Elastizität der Adern, die namentlich in hohem Maße allen denjenigen Adern eigen ist, die das Blut vom Herzen nach allen Theilen des Leibes führen, hierbei die Hauptsache ist, oder ob der Reiz auf die feinen Nervenzweige, die in der Haut verbreitet sind, die Veranlassung zu einer erhöheten Thätigkeit derselben und somit zum verstärkten Zustrom des Blutes bildet. Nur soviel steht durch tausendfache Erfahrungen fest, daß Kälte wie Wärme sehr mächtige

Eindrücke auf die lebendige Widerstandskraft hervorbringen und lebensvolle Gegenwirkung in hohem Maße hervorrufen.

Jedermann weiß es, daß man beim Austritt in kalte Winterluft anfangs blaß wird und sich ein fröstelndes Gefühl der Haut einstellt. Das Blut zieht sich auf den ersten Eindruck der Kälte aus der Haut zurück in die innern Organe. Bewegt man sich jedoch kräftig in der kalten Luft, so folgt schnell ein ebenso starkes Füllen der Hautäderchen mit Blut und namentlich an den Stellen, die am meisten schutzlos der Luft ausgesetzt sind, wie die zu beiden Seiten in den Wind hineinragende und noch von innen offene Nase, die schutzlosen Ohren und die von feinerer Hornhaut bedeckten Kinn und Wangen. An solchem kältegerötheten Gesicht, das trotz der Kälte einen hohen Grad der Wärme und der Blutanfüllung zeigt, sieht man die Kraft der „Gegenwirkung" und nimmt sie mit Recht als ein Zeichen der Gesundheit an. Ist die Kälte so heftig, daß sie die feinen Blutäderchen zusammenzieht und die Nerventhätigkeit in der Haut lähmt, so erscheint das betroffene Glied bleich und abgestorben, ein Zeichen, daß hier bald ein Erfrieren eintreten werde. Was aber thut man in solchem Fall? Nun, das weiß wohl schon Jeder, daß man solch ein Glied nur noch retten kann, wenn man es zeitig mit Schnee reibt, daß heißt, es noch einer heftigern Einwirkung der Kälte aussetzt, und dadurch einen kräftigern Reiz auf das Hervortreten der „Gegenwirkung" ausübt, um diese desto stärker hervorzuheben. — Wie stark diese hervor-

tritt, wissen die Kinder am besten, die das Vergnügen durch den Schnee zu waten oder mit Schneebällen zu spielen, durch Frostbeulen büßen müssen, welche eben ein so starkes Zuströmen von Blut zu den erkalteten Theilen zeigen, daß eine entzündliche Röthe als „Gegenwirkung" auftritt.

Daß Kälte also eine Gegenwirkung auf die Haut hervorruft, dürfen wir hiernach als bekannt voraussetzen. Es ist aber nicht minder mit der Wärme der Fall, wenngleich diese Erscheinung nicht so auffallend hervortritt. Wer am warmen Ofen hockt, der fröstelt, so wie er sich von demselben entfernt; wer sich die Hände am Kaminfeuer erhitzt hat, empfindet ein eisiges Gefühl in denselben im sonst warmen Zimmer, wenn er sie vom Feuer entfernt. — Bei solchen und ähnlichen Fällen spielt die Gegenwirkung, wenn auch nicht ausschließlich, so doch eine bedeutende Rolle, und wie diese sowohl beim kalten wie beim warmen Bade eintritt, und eine bedeutende Einwirkung auf Blut und Nerven, und somit auf den ganzen Körper veranlaßt, das wollen wir in den nächsten Abschnitten darthun.

XIII. Die warmen Bäder.

Im warmen Bade, das heißt in einem Bade von 30 Grad, geschieht vor Allem die Reinigung der Haut weit schneller und besser als im kalten, wovon sich Jeder

beim Waschen der Hände oft genug überzeugt haben wird. Es durchdringt aber auch warmes Wasser weit schneller die Haut als kaltes, weshalb jenes Eintreten oder Austreten der Flüssigkeiten aus dem Körper während des warmen Bades stärker vor sich geht.

Da ein warmes Bad auch zugleich ein Wohlbehagen für den ersten Moment erzeugt und namentlich das Gefühl der Wärme nach dem Entkleiden und dem leichten Frösteln hierbei sehr angenehm ist, so ist es dahin gekommen, daß mit Ausnahme der sehr heißen Sommermonate das warme Bad bei weitem noch gebräuchlicher ist als das kalte.

Die Wirkung des warmen Bades auf Blut und Nerven ist aber so ganz entschieden anders als die des kalten, daß es am wichtigsten ist, sich gerade hierüber eine Einsicht zu verschaffen, damit Jeder sich selber je nach seinem Zustand für das eine oder andere entscheiden könne.

Um zu dieser Einsicht zu gelangen, müssen wir noch einen besondern Umstand in der Thätigkeit unseres Leibes hervorheben; und das ist die Erzeugung der innern Wärme.

Wie bekanntlich die Umwandlung eines Eies in ein Hühnchen nicht bewerkstelligt werden kann, wenn man ihm nicht dreißig Grad Wärme zuführt, so kann auch die Umwandlung der nicht lebendigen Speisen im lebendigen Leib nicht vor sich gehen, wenn im Körper nicht dreißig Grad Wärme vorhanden sind. Ja es steht mit dem lebenden Leibe noch schlimmer. Dem Ei kann

man oder muß man vielmehr von außen her Wärme zuführen, um seine Umwandlung zu veranlassen; dem menschlichen Körper würde alles Zuführen von Wärme nichts helfen, wenn diese nicht im Innern sich selber herstellte. Zum Glück ist die innere Fabrik außerordentlich thätig zur Erzeugung von Wärme, und zwar ist die Hauptquelle derselben der chemische Vorgang des Athmens, und das Blut, welches recht eigentlich die Hauptrolle hierbei spielt, trägt die Wärme durch den ganzen Körper.

Da man aber fortwährend athmet, also einem Ofen gleicht, in welchem fortwährend eingeheizt wird, so würde unzweifelhaft ein zu hoher Grad entstehen, wenn nicht in jedem Augenblick Theile des lebendigen Leibes in uns sich wieder auflösen und absterben würden, wodurch die erzeugte Wärme verbraucht wird; und indem wir die abgestorbenen Theile aus dem Körper hinausbefördern, indem wir ausathmen, und auch auf anderem Wege Stoffe aus unserem Leibe ausscheiden, vermindern wir wieder die Wärme und geben soviel weg von der Wärme, als wir erzeugen.

Lebten wir nun in einer Luft, die Tag und Nacht, Jahr aus und Jahr ein dreißig Grad warm ist — was beiläufig gesagt nicht zum Aushalten wäre — so würde die Rechnung immer stimmen. Wir leben aber nicht in einer so warmen Luft und sind auch nicht danach eingerichtet, fortdauernd in so heißer Luft zu leben; so schwach nun auch die Leitungsfähigkeit der Luft in Bezug auf Wärme ist, so sehr nimmt sie doch einen Theil der Leibeswärme fort, und wir würden selbst im Sommer

erfrieren, wenn der Körper nicht mehr an Wärme fabrizirte, als er zu seinem Lebensprozeß verbraucht; und dieser Ueberschuß ist es, der durch die Haut theils mit der gasartigen Ausscheidung, theils durch den Schweiß davon geht.

Begeben wir uns nun in ein Bad, das dreißig Grad Wärme hat, so empfinden wir nach dem Frösteln während des völligen Entkleidens, wo eine Entziehung von Wärme stattgefunden hat, das Wohlbehagen der natürlichen Erwärmung. Nicht sowohl die Wärme des Wassers ist es, die dies Behagen erzeugt, sondern die Wärme im Innern, die dem Wasser nichts abgiebt, weil es gleichfalls dreißig Grad warm ist. Dadurch erhöht sich für den ersten Augenblick die Lebensthätigkeit, das Blut strömt kräftiger, der Herzschlag ist lebendiger, die Haut röthet sich mehr, und indem die feinen Adern derselben sich reichhaltiger füllen, findet der Austausch mit dem Wasser lebhafter statt, so daß diese Seite der Wirkung eines Bades im ersten Moment besser im warmen Wasser erfüllt wird als im kalten. Allein der Andrang des Blutes nach allen Theilen der Haut bringt als Gegenwirkung eine Verminderung derselben in den innern Organen hervor. Die Wärme, die die feinen Adern der Haut ausdehnt, bringt es zu Wege, daß sie mehr Blut fassen als im gewöhnlichen Zustand, und die hierdurch entstehende Verminderung des Blutes im Innern erzeugt bald entgegengesetzte Erscheinungen. Daher tritt nach diesen ersten Momenten eine Verminderung des Pulsschlages ein, es macht die empfundene Wärme bald

einem Gefühl des Erkaltens Platz, so daß das Wasser, das anfangs brühend heiß schien, jetzt wie erkältend einwirkt. Hierdurch aber tritt sowohl im Athmen wie im Nervenleben eine gewisse Beruhigung ein, und wenn man das Bad nun verläßt und mit gehöriger Vorsicht Abtrocknung und Ankleiden und Abkühlung bewerkstelligt hat, wird man als Wirkung des Bades eine empfänglichere Haut, eine größere Regsamkeit ihrer Thätigkeit gewonnen haben, während bei einem Gefühl angenehmer Kühle eine Beruhigung des Blutlaufs und der Nerventhätigkeit eintritt.

Nach heftigen Anstrengungen und bei bedeutenden Stockungen der Hautthätigkeit bewährt daher das warme Bad seinen Nutzen, wenn es nicht übertrieben wird; während der häufige Gebrauch eine Erschlaffung und Verweichlichung bedenklicher Art hervorbringt, die die gesammte Lebensthätigkeit bedeutend herabzustimmen vermag.

XIV. Die Gegenwirkung im kalten Bade.

Wie wir gesehen haben, ist das warme Bad gerade durch entgegengesetzte Wirkung auf den Körper vom wesentlichsten Einfluß; anstatt durch die Wärme die Lebensthätigkeit zu erhöhen, was auch im ersten Moment des Badens der Fall ist, stellt sich durch die innere Gegenwirkung bald eine Beruhigung und Ermattung

ein, während die gesteigerte Haut-Ausdünstung ein Gefühl der angenehmen Kühle über den Körper verbreitet. Dieser wohlthätige Einfluß, der in vielen, namentlich krankhaften Fällen gar nicht auf anderem Wege zu erreichen ist und der dem warmen Bade seinen unschätzbaren Werth verleiht, verliert sich jedoch, sobald man zu lange im Bade verweilt oder noch höhere Grade der Wärme anwendet, was meisthin solche Badende thun, die schnell zum heißen Wasserrohr greifen zu müssen glauben, sobald sich nach den ersten Momenten des Badens das Gefühl der Wärme in ihrer Haut verliert.

Die Folgen dieser Uebertreibung sind Erhöhung der Eigenwärme des Körpers; hierdurch röthet sich die Haut, ohne daß sie unter Wasser Schweiß absondert. Der Athem wird kürzer und schwerer, der Puls voller und lebhafter, das Blut strömt nach dem Kopfe, die Schlagadern des Halses sind in heftiger Thätigkeit, es tritt ein Gefühl von Schwere und Druck im Kopfe, Schwindel, Flimmern vor den Augen ein, bis endlich das Gesicht sich mit einem heftigen Schweiß bedeckt, ohne daß dieser das Wohlgefühl herbeiführt, das sonst unter günstigen Umständen der Begleiter des Schweißes ist.

Da in Fällen dieser Art bei unvorsichtigem Benehmen nach dem Bade schlimmere Zufälle eintreten als sie vor dem Bade gewesen, so können wir als allgemeine Regel bei Benutzung warmer Bäder das Zufüllen warmen Wassers während des Badens als

schädlich bezeichnen und den Moment, wo nach dem ersten Gefühl der Erwärmung das der Kühlung sich kund giebt, als den geeignetsten betrachten, das Bad zu verlassen.

Ganz entgegengesetzt verhält es sich mit der Wirkung der kalten Bäder, worunter wir Bäder von 14 bis 17 Grad Wärme verstehen.

Begiebt man sich in solch' ein Bad, so ist die erste Wirkung derselben das Gefühl des Fröstelns, selbst in Zeiten, wo die Luft noch kälter ist als das Badewasser. Es rührt dies von der schnellern Leitung der Wärme her, welche dem Wasser in höherm Maße eigen ist als der Luft. Die Kälte bewirkt das Zusammenziehen der feinen Adern der Haut und giebt deshalb derselben ein bleiches Ansehen. Es kann sich sogar für den ersten Augenblick heftiger Schauder, Beklemmung der Brust einstellen, Athem und Puls werden langsamer, wie überhaupt die Lebensthätigkeit für einen Moment niedergedrückt wird. Die außerordentlich reich verzweigten Nerven der Haut werden von dem plötzlichen Gefühl der Kälte derart angegriffen, daß sie auf das ganze Nervensystem vorerst herabstimmend einwirken. — Aber es tritt sofort nach diesem ersten Eindruck, der für Viele etwas Abschreckendes hat, die von uns bereits besprochene Gegenwirkung ein.

Der Grund dieser Gegenwirkung ist keineswegs mit voller Bestimmtheit anzugeben. Es ist möglich, daß das aus der ganzen Haut verdrängte Blut, welches nach den innern Organen hinströmt, daselbst einen verstärkten Reiz

auf die Nerven ausübt und sie zu energischer Thätigkeit anregt; es ist möglich, daß schon die bloße Entziehung der Wärme an der Oberfläche des Körpers eine kräftigere Wärme-Erzeugung als Ausgleichung im Innern hervorruft und hierdurch die ganze Lebensthätigkeit erhöht; es ist endlich möglich, daß der plötzliche Eindruck auf die Hautnerven auf die gesammte Thätigkeit des Nervensystems als Reiz wirkt, und die Gegenwirkung hervorruft; aber gleichviel, ob hier das eine oder das andere der Fall ist, oder ob alle Fälle gemeinsam wirken, es bleibt die Gegenwirkung nicht aus und giebt sich selbst bei bedeutend in ihrer Gesundheit herabgekommenen Menschen kund.

Regt und bewegt man sich im Bade, namentlich wenn man die sehr wirksamen Schwimmbewegungen macht, so fördert man die wohlthätige Gegenwirkung bedeutend und es macht das Gefühl der Kälte und des Abschreckens dem der angenehmsten Kühlung und der Behaglichkeit schnell Platz. —

Will man auch hier die Wirkung nicht übertreiben, so ist es nicht gut, zu lange im Bade zu verweilen, namentlich nicht, wenn man im Wannenbade sitzt oder wenn man im Flußbade nicht recht kräftig den Körper bewegt, wie man es beim Schwimmen thut. Wer solch' kräftiger Anstrengung nicht fähig ist, aber dennoch gern im Bade längere Zeit bleibt, der suche ein gutes Wellenbad auf, wo das an der Haut vorüberströmende Wasser eine ähnliche Wirkung wie die Körperbewegung im stehenden Wasser hervorbringt. Am besten sind die Wellen des Seebades,

deren starker Schlag eine Muskelanstrengung erfordert, um sich auf den Beinen zu erhalten und so eine kräftigende Thätigkeit des Leibes erweckt.

Verläßt man nun das kalte Bad zur rechten Zeit, das heißt zur Zeit, wo die Gegenwirkung noch vorhanden ist, so wird weder Zittern noch Zähneklappern eintreten, die ein Zeichen des zu langen Badens sind; es wird sich vielmehr eine Röthung der Haut beim gehörigen Abreiben einstellen und während man auf der Haut angenehme Erwärmung, im Innern frische Kühlung empfindet, nimmt man eine Stärkung der Nerven und der ganzen Lebensthätigkeit wahr, und fühlt sich abgehärtet gegen Einwirkungen der Witterung, die sonst nicht selten die Quelle schwerer Leiden sind.

XV. Schlußbetrachtungen.

Wir haben über die Wirkung der Bäder auf den Menschen vom naturwissenschaftlichen Standpunkt aus gesprochen; über den Gebrauch der Bäder kann freilich nur das eigne Wohlgefühl des Gesunden und der ärztliche Rath bei Kranken die Entscheidung treffen.

Im Allgemeinen läßt sich indessen zur Regel Folgendes aufstellen.

Menschen, die an der Lunge leiden, dürfen überhaupt nicht baden. Der Druck des Wassers, der wegen

der Schwere desselben stärker ist als der Druck der Luft, ist an sich genügend, bei solchen Personen das Athmen zu erschweren. Das Ausathmen wird ihnen zu leicht werden, denn hierzu hilft der Druck des Wassers, der von außen auf den Brustkasten wirkt, während das Einathmen, bei welchem sie den Brustkasten erweitern und also das Wasser, das ihn umgiebt, verdrängen sollen, in sehr merklichem Grade erschwert wird. Dies sind schon die Beschwerden, die ihnen beim lauwarmen Bade entgegenstehen; beim kalten sowohl wie beim warmen Bade treten noch die Wirkungen auf Blut und Nerven hinzu, die momentan den Blutumlauf in starkem Maße erhöhen und leicht bei Kranken dieser Art Blutsturz veranlassen, das heißt, ein Ueberfüllen der Luftröhrchen der Lunge mit Blut, das dann unter Erstickungs-Anfällen aus dem Munde strömt.

Personen, deren Beschäftigung durch den Tag sie mit Staub, Oel oder sonst mit Stoffen in Berührung bringt, welche die Schweißporen der Haut leicht verstopfen, thun am besten, wenn sie, außer dem täglichen Waschen mit Seife, welche die Eigenschaft hat, sowohl das Fett des Schweißes wie von außen her kommendes Oel aufzulösen, mindestens zweimal wöchentlich ein lauwarmes Bad von 20 bis 24 Grad nehmen. Ein solcher Wärme-Grad ist hinreichend, die Reinigung der Haut zu fördern und wird weder durch Kälte noch durch Wärme eine bedeutende Umstimmung der Lebensthätigkeit hervorrufen. Regt und bewegt man sich in solchem Bade, und reibt man namentlich die Haut gut ab, so

stellt sich der kleine Verlust an Wärme durch eine mäßige Erhöhung der Hautthätigkeit her.

Personen, die eine sitzende Lebensart führen, die geistige Beschäftigung haben, die leicht an Unterleibsbeschwerden leiden und die öfter Schlaffheit der Glieder verspüren, thun in der Regel gut, wenn sie das kalte Baden vorziehen. Sie werden nach kurzem Gebrauch solcher Bäder die steigende Frische und Rüstigkeit empfinden, die eine erhöhete Lebensthätigkeit erzeugt, und werden namentlich, unter sonst günstigen Umständen, bald an ihrem Appetit ein Kennzeichen haben, wie der Stoff-Umsatz im Körper gehoben und somit ihre ganze Körper-Beschaffenheit belebter und gekräftigter wird.

Der dauernde Gebrauch warmer Bäder hat im Allgemeinen für Gesunde nichts Empfehlenswerthes und sollte eigentlich nur auf ärztliche Anordnung in Anwendung kommen.

Dahingegen ist das kalte Bad fast durchgängig von wohlthätiger Wirkung und ein treffliches Mittel zur Erhaltung der Gesundheit. Besonders verdient es hervorgehoben zu werden, daß dem mannigfachen leidenden Zustande der Frauen, ihrer Nervenschwäche und deren Folge am besten durch Gebrauch kalter Bäder vorgebeugt wird. Abgesehen davon, daß das Frauengeschlecht von der Natur schon auf Ertragung mannigfacher Leiden und Schmerzen hingewiesen ist, findet gerade in der Haut-Thätigkeit der Frauen ein erhöheter Zustand statt. Es schwitzen Frauen um ein bedeutendes mehr als Männer, wohingegen sie auf anderem Wege weniger Flüssigkeit

aus dem Körper ausscheiden. Da nun einmal die Zustände bei uns so sind, daß die Frauen bei weitem leichter gekleidet gehen als Männer, und Hals, Brust, Nacken und Arme dem Spiel der Luft in oft übermäßigem Grade preis geben, so ist die sogenannte Abhärtung, die kalte Bäder gewähren, ihnen um so nothwendiger.

Inwieweit der geregelte Gebrauch des kalten Wassers auch ein Heilmittel in Erkrankungsfällen ist, das gehört in die medizinische Wissenschaft. Von unserem Gesichtspunkt aus können wir nur sagen, daß eben so wenig wie irgend Ein gepriesenes Universal-Mittel sich als solches bewährt hat, eben so wenig auch das kalte Wasser ein solches zu sein scheint, das von allen Uebeln befreit. Wohl aber ist die vernünftige Anwendung desselben und namentlich als Reizmittel auf die Haut-Thätigkeit, wie auf Blut und Nerven bereits in die Praxis gebildeter und einsichtsvoller Aerzte übergegangen und es steht wohl die Zeit in Aussicht, wo die Kalt-Wasser-Kuren für gewisse Krankheitsfälle in allgemein anerkannte Anwendung kommen werden.

Zum Lobe des kalten Bades, namentlich als Mittel zur Erhaltung der Gesundheit, wollen wir schließlich noch Folgendes sagen.

Die Sorge für die Kräftigung des heranwachsenden Geschlechtes hat manches Gute bereits in's Leben gerufen, wozu hauptsächlich das Turnen gehört. Eine Turnübung vorzüglicher Art ist das Schwimmen, sowohl als Bewegung des Leibes an sich, wie als ein Mittel, die

schlimmen Folgen des zu langen Verweilens im kalten Bade zu verhüten. So lange ein Schwimmer nicht ermattet, so lange wird das Verharren im kalten Bade nicht von schädlichem Einfluß sein. — Für die Jugend aber, besonders in den Entwickelungs-Jahren, ist die Abhärtung durch kalte Bäder das beste Schutzmittel gegen Laster, die im Verborgenen schleichen und eine treffliche Förderung der körperlichen Gesundheit, die stets die Grundbedingung geistiger Gesundheit ist.

Druck von Franz Duncker's Buchdruckerei in Berlin.

Naturwissenschaftliche

Volksbücher.

Von

A. Bernstein.

Wohlfeile Gesammt-Ausgabe.

8

Achter Band.

Dritte
vielfach verbesserte und vermehrte Auflage.

Dritter, unveränderter Abdruck.

Berlin.
Verlag von Franz Duncker.
1870.

Inhaltsverzeichniß.

Seite

Etwas vom Erdleben.

I. Das Leben der sogenannten „todten Natur."

Indem wir vom „Erdleben" sprechen, meinen wir damit nicht das Leben der Geschöpfe, die auf dem Erdenrund sich bewegen; wir meinen vielmehr das Leben der Erde selber. Denn das, was man die „todte Natur" zu nennen pflegt, ist nach der Erkenntniß der neuern Zeit keineswegs wirklich todt, sondern lebt ein eigenthümliches Leben, entwickelt sich, verändert sich, nimmt fort und fort eine andere Gestaltung an und steht mit dem Gesammtleben des großen Weltalls in innigstem Einklang.

Wäre die Erde todt, so würde es kein Leben auf ihr geben; lebte die Erde nicht, so wäre sie auch unbelebt. Sie würde weder Pflanzen noch Thiere noch Menschen erzeugen, erhalten und wieder in ihren Schooß aufnehmen können. — Freilich ist das Leben der sogenannten „todten Natur" ein anderes, als das, welches man gewöhnlich mit Leben bezeichnet, und wir kennen dieses Leben der Erde noch so wenig, und haben bisher nur so kleine Bruchstücke desselben erfassen gelernt, daß die Wissenschaft auf dem jetzigen Stand-

punkt in nur bescheidenem Maße Antwort zu geben weiß auf die Fragen, die die Wißbegierde der Menschen an sie stellt.

Aber dennoch wissen wir so viel, daß die Erdoberfläche, auf der wir leben, nicht immer so beschaffen war, wie sie jetzt ist. Die Luft, die die Erde umgiebt, war ehedem eine andere als die jetzige; die Pflanzen anders als die, die jetzt unter uns gedeihen. Die Thierwelt war eine von der unsrigen verschiedene, und der Mensch? — — es war ehedem eine Zeit, wo er noch gar nicht auf der Erde existirte, und sicherlich war das Menschengeschlecht, als es auftrat, ein anderes als das jetzige.

Ist dem aber so — und hierüber herrscht in der Wissenschaft nicht mehr der geringste Zweifel — dann darf man nicht glauben, daß die Erde fortan und in aller Ewigkeit so bleiben wird, wie sie ist; daß Luft und Wasser und Pflanzen und Thiere und Menschen in Form und Wesen unabänderlich für alle Ewigkeit so fortbestehen werden, sondern wir haben das Recht, darauf zu schließen, daß die Veränderungen, die sich nach bestimmten Gesetzen bisher entwickelt haben, noch ferner einwirken und Umgestaltungen hervorrufen werden, die wir jetzt kaum zu ahnen vermögen.

War die Erde einmal anders und ist sie bis jetzt anders geworden, weshalb sollte man annehmen, daß sie nicht noch ferner sich umgestalten wird? Und findet eine solche Umgestaltung statt, und nach bestimmten Gesetzen statt, so darf man sich nicht mehr sträuben,

diese Umwandlung mit dem Namen eines Lebens zu bezeichnen.

Große Gebiete der Erde, die ehedem vom Wasser bedeckt waren, liegen jetzt als trockener Boden vor uns. Ja, hohe Gebirge, die gegenwärtig von Wolken umhüllt emporragen, tragen die unverkennbarsten Spuren, daß sie ehedem auf dem Boden des Meeres gelegen haben. Sandsteinblöcke, die ganze Gebirgsketten ausmachen, auf denen jetzt riesige Bäume wurzeln, die Vögel des Himmels wohnen und die neugierigen Menschen herumwandeln, um von der Höhe hinabzublicken in die sonnige Ebene des flachen Landes, — diese Sandsteinblöcke waren ehedem lockerer loser Sand auf dem Grunde eines Meeres, welcher Muscheln der Schalthiere in sich aufgenommen, in welchem Knochen von Fischen liegen geblieben sind. Und dieser lockere lose Sand, in dem sich unzählige Reste eines ehemaligen Lebens erhalten haben, ist erst nach vielen Millionen von Jahren auf dem Boden des Meeres zu Stein geworden, und wurde dann durch eine innere Kraft der Erde emporgerichtet als Felsgebirge, die der Mensch wie ein Gebirge der Urwelt anstaunt und als ein Bild unveränderlicher Ewigkeit betrachtet.

Und Gebiete, die heute unter dem Meeresspiegel liegen, sie haben ebenso unzweifelhaft einmal dem Licht und der Luft angehört und waren der feste Boden für die vorweltliche Thier- und Pflanzenwelt, die die Reste ihres Daseins darin zurückgelassen. Das Meer hat das jetzt begraben, was die Erde einst in ihren Schooß

aufgenommen. Denn das Meer, das uns wie ein Bild der Unendlichkeit erscheint, hat sich verändert.

Sind aber die Berge nicht ewig, und ist das Meer nicht unendlich vor dem Forscherblick der Wissenschaft, so ist in ihrer Veränderung ein inneres Leben thätig — und darum wollen wir das Kapitel vom Erdleben beginnen mit der Thätigkeit der Erde in Bildung der Gebirge und der Meere.

II. Wie entstehen die Berge und die Meere?

Die Berge sind nicht ewig und die Meere sind nicht unendlich. Die Berge sind erst groß geworden und werden noch immer größer, und die Meere sind in ihrem Sein und Wesen der ewigen Umwandlung ausgesetzt. Es fehlte nur bisher der beobachtenden Menschheit der Blick für die Geschichte dieser Umwandlungen und die Wissenschaft hat unendliche Mühe, der Natur in ihren kleinen Wirkungen und großen Folgen mit sicherem Blicke nachzuspüren, um das Leben der Erde darin erkennen zu lassen.

Wie aber sind die Berge entstanden? Wie sind die Meere geworden? Wie entstehen die Berge noch immer und verändern sich noch immer die Meere?

Die Berge sind entstanden und entstehen noch immer durch das Feuer, das im Innern der Erde eingeschlossen ist und das zuweilen durch Vulkane, die man im gewöhnlichen Leben feuerspeiende Berge nennt,

zum Ausbruch kommt. Die Meere werden gebildet von Wasser, das auf der Oberfläche der Erde ist, aber sie werden auch verändert durch dasselbe Wasser und seine Wirkungen, das seine Ufer und seine Tiefen unausgesetzt umspült und unterwühlt.

Wir werden von der Bildung der Berge und der Meere noch ein Näheres unseren Lesern darzulegen suchen. Für jetzt jedoch wollen wir den Kampf schildern, der zwischen den Bergen und den Meeren geführt wird; ein Kampf, bei welchem die Quellen, die Flüsse und Ströme einerseits und andrerseits die Luft, die Alles umschließt, ihre große unendliche Rolle spielen.

Von den Bergen, die von einer gewaltigen Kraft im Innern der Erde emporgetrieben worden, daß sie sich hoch aufrichteten über das allgemeine Erdenrund, von diesen Bergen wäscht der Regen unausgesetzt kleine Theile ab. Selbst die härtesten Steine verwittern an ihrer Oberfläche durch die Luft und die Feuchtigkeit derselben. Die Oberfläche aller Steine sieht fast immer anders aus, als ihr Inneres, denn diese Oberfläche ist immer im Verwittern, im Zerkrümeln begriffen. Felsen, die bis in die Wolken hineinragen, sind bestimmt, nach Millionen von Jahren dem Erdboden gleich gemacht zu werden. Die Wolken, die sie umhüllen, sind die Zeugen ihrer fortwährenden langsam vor sich gehenden Zerstörung. Was in stiller feuchter Luft von den Felsen verwittert, führt der trockene Wind als feinen Staub davon und wäscht der Regen herunter, um es am Fuße der Gebirge abzulagern. Daher ist am Fuße der meisten Gebirge

ein reiches Fruchtland verbreitet, denn aus den verwitterten Gesteinen wird eine fruchtreiche Erddecke. Die dürren Felsen, die ein Bild des starren Todes sind, werden nach ihrer Verwitterung gesegnet und bilden einen üppigen Grund, auf dem ein Pflanzen-Paradies gedeiht.

Sammelt sich aber der Regen auf den Höhen der Berge in kleinen Vertiefungen, die ihm den Ablauf zur Erde versperren, so sucht das ruhelose Wasser seinen Weg durch alle Spalten des Felsens, durch alle Lücken der Gesteine und sickert hindurch durch Sand- und Erdlagen und bricht dann an einer tiefer liegenden, oft sehr fernen Stelle als schwacher Berg-Quell heraus an das Licht des Tages, um das Gestein unter ihm zu überrieseln, durch Rinnen und Hohlgänge und ausgespülte Dämme bald zu stürzen, bald zu fließen, bald sich hindurch zu winden, bis er Genossen findet, die gleichen Weges mit ihm ziehen und sich zu einem größern Quell vereinen, der einem Bache zueilt.

Wo eilt der Bach hin? Der Bach schlängelt sich so lange durch's Land, bis er einen Strom findet, der das Wasser verschiedener Bäche in sich aufgenommen hat, und der Strom eilt dem Meere zu, um in dessen unendlichem Becken sich zu verlieren und das ewig volle und dennoch ewig dürstende Meer mit seinen Gewässern speisen zu helfen.

Aber jeder Regen und jeder Quell und jeder Bach und jeder Strom und jeder Fluß führt kleine aufgelöste oder losgelöste Theilchen der festen Gebirge mit

sich hinab zum Meere. Was auf dem weiten Wege zu beiden Seiten der Ufer oder in der Tiefe abgelagert wird, reißt das nächste Wasser bei vollerem Strom wieder weiter fort, und so fließt und strömt und stürzt und wirbelt fort und fort das im Vergehen begriffene Gebirge ins Meer hinab, und so sind die himmelauragenden Felsen bestimmt, vernichtet und vom Meere verschlungen zu werden.

III. Die Wirkung entgegengesetzter Kräfte auf die Erde.

Die Berge also zerfallen und fließen mit den Gewässern in kleinen losgelösten Theilen ins Meer.

Das Meer aber sammelt in seinen tiefen Abgründen alle jene kleinen Gesteintheilchen wieder. Sie fallen zu Boden, wenn es auch Jahre lang dauern mag, bevor ein Körnchen hinab gelangt in den tiefen Abgrund. Ist es jedoch hinabgelangt in die Tiefe, die der Mensch in seinem Scharfblick noch nicht erforscht hat, so findet es daselbst Genossen, die vor ihm seit Millionen Jahren sich hingelagert haben und durch den Druck der eigenen Schwere und durch die Last des über ihnen liegenden Wassers sich versteinern und so fest an einander gepreßt werden, daß sie wiederum bilden, was sie ehedem gewesen, daß sie wiederum in der Tiefe Felsen werden, wie sie es ehedem waren, als sie hoch in die Luft emporragten.

Verschlingt das Meer demnach die Felsen, so verdrängen fort und fort die kleinen Theilchen wiederum das Meer und füllen seinen Boden aus. Das Meer muß daher in seinen Ufern steigen und fortwährend in der Weite zunehmen. Und da dies immer der Fall und ewig der Fall sein wird, so müßten die Berge verschwinden, die Meere sich erheben und die Länder bedecken, die jetzt über dem Spiegel der Gewässer hervorragen. Der trockene Boden müßte hinabsinken und endlich eine gleichmäßige Kugel bilden, auf der Wasser allein die Oberfläche bildet.

Dieser Zerstörung des Erdbodens durch das Wasser wirkt jedoch eine Kraft entgegen, die im Innern der Erde thätig ist, und dies ist die Kraft, die neue Berge emporrichtet und den flachen Boden des Meeres über die Oberfläche desselben erhebt und an den andern Stellen neue Tiefen bildet, in die das Meer sich hinabsenkt und die Grenze setzt, „daß die Wasser nicht wiederkehren, die Erde zu bedecken."

Die Kraft im Innern der Erde ist die Kraft, welche zuweilen gewaltsam hervorbricht und in Vulkanen plötzlich zum Ausbruche kommt. Die Thätigkeit der Vulkane ist nur ein gewaltiges Zeugniß, daß die schaffende Kraft im Innern der Erde nicht erloschen ist und auch nicht ruht. Wenn die Vulkane so plötzliche, erschreckende, erhabene und oft Verderben bringende Beweise des Erdenlebens geben, so sind sie nur die Folge von langer Unterdrückung der innern Kraft der Erde und kommen nur dort zum plötzlichen Vorschein, wo der langsam und

regelmäßig wirkenden Kraft ein gewaltiger Widerstand sich entgegen gestellt hat.

Durch die vulkanische Thätigkeit werden heißflüssige Gesteine aus dem Innern der Erde emporgeschleudert auf die Oberfläche der Erde. Die feurige fließende Masse, diese geschmolzenen Felsen aus dem Innern der Erde ergießen sich oft aus feuerspeienden Bergen wie Ströme geschmolzenen Metalles und fließen hernieder in die Thäler und erstarren daselbst zu Gesteinen, die man Lava nennt, um hier zu erkalten und zu verwittern und zu zerfallen und neuen Boden zu gründen, worauf ein üppiges Gedeihen von Pflanzen, Thieren und Menschen sich entfalten kann.

Aber dies sind nur die Ausnahmen, die nur selten stattfinden; es sind nur die Gewaltthaten der innern Kraft des Erdlebens. In stillerer Wirksamkeit jedoch ist diese Kraft ununterbrochen thätig, und unbemerkbar für das Menschenauge und das Gedächtniß eines Menschengeschlechts richtet diese Kraft neue Berge auf, schafft diese Kraft neue Inseln; erhebt diese Kraft große Landstriche, die oft Hunderte von Quadratmeilen umfassen, und schafft so neue Unebenheiten auf dem Erdenrund, um der Thätigkeit der Gewässer, die Alles auszugleichen streben, entgegen zu wirken.

Und dies ist der Kampf, den wir für jetzt vorführen wollten: der Kampf, der Millionen Jahre währt und währen wird, der Kampf des Innern der Erde mit der Oberfläche, der Kampf, in welchem Theile aus dem Innern der Erde an die Oberfläche steigen, und die auf

der Oberfläche waren, hinabsinken zur Tiefe. Ein Kampf, in welchem die Erde ihre Gestalt wie ein Gewand wechselt, ein Kampf, der vom Erdenleben Zeugniß giebt, wenn auch das Leben eines Menschen viel zu kurz ist, um nur den allerkleinsten Theil des Erdenlebens mit eignem Blicke zu überschauen.

Und einen kleinen Abriß von dem, was der Forschergeist der Menschen hier erkannt, wollen wir eben, so gut es uns möglich, unsern Lesern vorführen.

Daß eine Kraft des Feuers im Innern der Erde noch immer thätig ist, daß die Wirksamkeit dieser Kraft gerade die entgegengesetzte ist als die des Wassers auf der Oberfläche der Erde, daß das Feuer im Innern der Erde die Berge emporrichtet und daß das Wasser auf der Oberfläche der Erde die Berge langsam wieder vernichtet, das Alles ist eine vollkommen sichere Thatsache und entspricht auch der natürlichen Vorstellung von einem Gleichgewicht in den Kräften der Natur, wo die eine eben die Aufgabe hat, die Wirkung der andern aufzuheben und auszugleichen, und dadurch eine ewige Veränderung und doch eine ewige Beständigkeit hervorzurufen.

Man sollte nun aber glauben, daß dieser Zustand, weil er eben als naturgemäß erscheint, von Ewigkeit her so gewesen sein müsse. Allein dies ist nicht der Fall.

Es muß eine Zeit vor vielen, vielen Millionen Jahren gegeben haben, wo das Wasser auf der Oberfläche der Erde noch nicht existirte, wo die Erde selber eine große feurige und flüssige Kugel gewesen ist, die

sich erst nach und nach abgekühlt und die dadurch erst nach langen Entwickelungen eine harte Oberfläche erhalten hat, welche jetzt unser Wohnort ist.

Wenn dies der Fall ist — und es sprechen viele Beobachtungen dafür, — so ist mit der Erde eine Veränderung vor sich gegangen, die ihren ganzen Zustand anders gemacht hat als er ursprünglich war, und man hat dann Grund anzunehmen, daß die Erde sich noch immer weiter verändern und einmal einen Zustand annehmen wird, der all' dem, was jetzt auf der Oberfläche der Erde lebt, sowohl von Pflanzen, Thieren und Menschen ein Ende machen und eine ganz neue Schöpfung und neue Geschöpfe hervorrufen werde!

Und hier eben ist das Gebiet, wo nicht mehr die Forschung der strengen Wissenschaft, sondern nur die Vermuthung uns leiten kann und wo der Phantasie ein außerordentlich freier Spielraum gegönnt ist, sich zu verlieren in weit hinter uns liegende vorweltliche Bilder und weit hinauszugreifen in Vorstellungen über eine in grauester Ferne der Zukunft liegende Zeit.

So interessant diese Phantasien sein mögen, so wenig wollen wir ihnen doch in diesen Artikeln folgen, die der unterhaltenden Belehrung, aber nicht der bloßen phantastischen Unterhaltung gewidmet sind. Wir wollen daher unsern Lesern lieber mit dem offenen Geständniß entgegentreten, daß die strenge Wissenschaft noch nicht eingedrungen ist in die Geheimnisse jener Vergangenheit und noch nicht, ohne sich zu verwirren, weit hinausgreifen darf in die verhüllte Zukunft.

IV. Wie sieht es im Innern der Erde aus?

Die Frage, wie es im Innern der Erde aussieht, weiß die Wissenschaft jetzt noch nicht sicher zu beantworten. Es steht wohl fest, daß die Erde im Innern nicht hohl ist; auch ist es bewiesen, daß sie nicht aus einer fabelhaft schweren Masse im Innern besteht, wie es endlich auch unzweifelhaft, daß die Wärme im Innern der Erde außerordentlich ist. Aber all' das reicht nicht hin, einen sichern Schluß auf die Beschaffenheit des Innern der Erde zu ziehen und man muß sich mit der Annahme begnügen, daß die Wärme im Innern der Erde groß genug ist, um selbst Massen in geschmolzenem Zustande zu erhalten, die, wenn sie erkalten, zu Steinen werden, daß also die Erde selber eine feurig flüssige Beschaffenheit hat und nur ihre Oberfläche hart geworden ist durch nach und nach eingetretene Erkaltung, wie wenn eine große geschmolzene Wachsmasse zuerst auf der Oberfläche erkaltet und starr wird, während sie im Innern eine Zeitlang flüssig und heiß bleibt.

Folgt man dieser Vorstellung, so hat man sich die Erde zu denken, wie einen Körper, der von einer harten Schale umschlossen, in deren Innern aber eine flüssige heiße Masse vorhanden ist. — Und diese Vorstellung ist in der That hinreichend, so manche Erscheinung der Natur zu erklären.

Vor Allem hat man sich durch Versuche überzeugt, daß die Wärme, welche durch die Einwirkung der Sonne auf der Oberfläche der Erde herrscht, nicht Einfluß hat

auf die Tiefe der Erde. Schon in tiefen Kellern ist es Sommer und Winter fast gleich warm. Unsere Keller dienen daher, die Speisen im Sommer vor Fäulniß durch Hitze und im Winter vor Verderben durch Frost zu schützen. — Gräbt man bis zu einer Tiefe von 60 Fuß, so ist gar kein Unterschied zwischen heißen oder kalten Tagen, zwischen Sommer und Winter, zwischen Tag oder Nacht zu merken. Die Wärme bleibt dort vollkommen dieselbe, mag die Sonne auf der Oberfläche der Erde glühend scheinen oder gar keinen Strahl hinsenden. Geht man aber noch tiefer, so nimmt die Wärme stets zu und Versuche haben gezeigt, daß sie auf je 100 Fuß um einen Grad steigt, so daß man in dieser Weise zu dem Schluß gekommen ist, daß in einer Tiefe von 12 Meilen eine Hitze von 2000 Grad herrschen müsse, eine Hitze, bei welcher selbst die härtesten Gegenstände schmelzen und flüssig sein müssen.

Es ist indessen keineswegs ausgemacht, daß die Hitze wirklich fort und fort mit der Tiefe zunimmt: denn es ist leicht denkbar, daß die Erde eine gewisse Naturwärme besitzt, wie es mit dem thierischen Körper der Fall ist, dessen Oberfläche auch kälter ist als das Innere, und wo eine Zunahme der Wärme gleichfalls stattfindet, je tiefer man durch die Haut in den Körper hineindringt; gleichwohl nimmt die Wärme nur bis zu einem gewissen Grade zu, bis sie die Blutwärme, die etwa dreißig Grad beträgt, erreicht hat und sodann sich nicht weiter steigert.

Die sowohl in Bergwerksschachten als in tiefen

Brunnen zahlreich angestellten Messungen haben auch in der That ergeben, daß je tiefer man vordringt, desto geringer die Wärmezunahme wird. Im Ganzen sind jedoch die Wärmemessungen nicht weit genug gegen das Innere der Erde vorgedrungen, um einen bestimmten Schluß auf die Erdwärme selbst zu gestatten; die Wärmebestimmungen erstrecken sich höchstens auf eine Tiefe von 2000 Fuß, was gegen den Durchmesser der ganzen Erdkugel verschwindend klein ist.

Wie dem aber auch sein mag, so steht doch so viel fest, daß die Wärme im Innern der Erde oft genug hervorbricht auf die Oberfläche, und die heißen Wasserquellen, die aus der Erde emporsteigen, die Dämpfe und Flammen, welche von feuerspeienden Bergen hervorgeschleudert werden, wie die Laven, die geschmolzenen Steine, die sich aus den Kratern der Vulkane ergießen, führen einen Theil der Erdwärme nach oben hin und geben Zeugniß davon, daß die Gluth im Innern noch nicht erloschen ist.

Diese Gluth des Innern, die jetzt noch thätig ist, reicht hin, die Erscheinung zu erklären, daß sich zuweilen noch jetzt Gase unter der harten Oberfläche der Erde sammeln, daß diese mit großer Macht gegen die harte Decke der Erde pressen, daß dieser Druck von Innen nach außen noch gesteigert wird durch die Ausdehnung, welche durch die Wärme verursacht wird, daß dieser Druck oft eine Bewegung des Gases hervorruft von einem Orte zum andern und daß diese Bewegung auf der Oberfläche der Erde als Erdbeben verspürt wird, wodurch oft Berge

erschüttert, Thäler verschüttet werden, der flache Boden der Erde tiefe Risse erhält, Gewässer ihren Lauf ändern, alte Quellen versiegen und neue Quellen entstehen, zuweilen aber auch die Oberfläche der Erde sich zu einem hohen Berghügel emporrichtet und dort das heiße Gas einen Ausweg sich öffnet, durch den Dampf, Gas, Feuerflammen und geschmolzenes Gestein mit furchtbarem Getöse hinausgeschleudert werden.

Bei solcher Gelegenheit geschieht es nun, daß die harte Schale der Erde durchbrochen und hinaufgetrieben wird über die Oberfläche der Erde, wo sie Gebirge bildet. Gebirge sind also nichts als Theile der harten Erdschale, die durch die Kraft der Wärme im Innern aus ihrem Zusammenhang losgerissen und emporgerichtet worden sind. — Weiß man also nicht viel von dem Innern der Erde, so hat man doch durch genaue Studien der Gebirge mindestens Gelegenheit, die Schale der Erde genauer kennen zu lerneh und von der Art und Weise, wie diese Schale entstanden ist, sich eine Vorstellung zu verschaffen.

Und dies eben wollen wir nunmehr darstellen.

V. Die harte Erdschale.

Wenn man die Gebirge der Erde genauer untersucht, so findet man eine auffallende Erscheinung an denselben.

Man sollte meinen, auf den Spitzen der Berge

müßten sich diejenigen Stein- und Erd-Arten finden, die sonst auf oberem Boden zu finden sind, während der Fuß des Gebirges solche Massen zeigen soll, die sonst tief unter dem flachen Erdboden vorhanden wären. — Dies ist aber nicht der Fall.

Es zeigt sich vielmehr umgekehrt. Die höchsten Berge bestehen gerade in ihren Höhen aus solchen Gesteinen, die am tiefsten unter der Oberfläche der Erde liegen.

Es verhält sich hiermit folgendermaßen.

Wenn man ein Loch in die Erde gräbt, und dies immer tiefer und tiefer bohrt, so findet man, daß die harte Schale der Erde, die ihre Oberfläche bildet, aus verschiedenen Schichten besteht, die über einander liegen. Indem wir diese Schichten später noch näher bezeichnen werden, wollen wir nur für jetzt sagen, daß die unterste all' dieser Schichten von Steinarten gebildet ist, die man Basalt, Porphyr, Grünstein und Granit nennt, und daß diese so tief unter der Oberfläche liegen, daß man durch Nachgrabungen noch gar nicht bis zu dem Granit gekommen ist.

Dies ist nur auf flachem Boden der Fall, wo kein Gebirge vorhanden ist. — Wo aber Gebirge sich hoch emporrichten, da ist es gerade umgekehrt. Das unterste Gestein der am tiefsten liegenden Schicht bildet das höchste und schroffste Gebirge und liegt so, daß die oberen Schichten immer von ihm durchrissen und die untersten durch die oberen hindurchgedrängt worden sind. Da naturgemäß der Basalt unter dem Granit liegt, und ohne allen Zweifel sehr tief unter diesen und anderen

harten Gesteinmassen, so sollte man glauben, daß es gar keine Basalt-Gebirge geben könne, weil, wenn der Basalt in die Höhe wollte, er die über ihm liegenden Gesteine erheben und aus diesen Gebirge bilden müßte. Es ist aber nicht so der Fall. Der Basalt bildet große und außerdem schroff in Säulen hoch emporgerichtete Gebirge und ist offenbar durch alle Gesteine, die über ihm lagen, hindurch gebrochen, so daß er sie zerrissen und sich seinen Weg durch sie hindurch zur Oberfläche der Erde hinauf gebahnt hat.

Dies aber ist ein Zeichen einer gewaltsamen und plötzlich zum Ausbruch gekommenen Kraft. Wäre der Basalt von einer langsam wirkenden Kraft emporgetrieben, so würde er die Steine, die über ihm liegen, vor sich her geschoben und sie noch höher über sich hinaus gehoben haben. Dies ist jedoch nicht der Fall. Er ging durch die Gesteine, die über ihm lagen, hindurch, wie eine Kanonenkugel durch eine Wand.

Ganz dasselbe ist beim Porphyr, dem Grünstein und Granit der Fall. Auch sie bilden Gebirge; aber immer haben sie die über ihnen liegende Schicht gewaltsam durchbrochen und zerrissen und haben sich über sie hinaus zur Höhe emporgerichtet. Noch nirgend hat man gefunden, daß der Basalt von einer andern Steinart durchbrochen worden ist, sondern er durchbricht alle übrigen. Daraus hat man den Schluß gezogen, daß der Basalt das Gestein sein muß, das am letzten durch die harte Erdschale durchgebrochen.

Der Porphyr durchbricht alle übrigen Gesteine, wenn

er ein Gebirge bildet, nur den Basalt nicht; folglich hat man daraus mit Recht geschlossen, daß der Porphyr in früherer Zeit die harte Erdrinde durchbrochen als der Basalt. In gleicher Weise hat man den Schluß gezogen, daß der Grünstein älter als Porphyr und der Granit früher als der Grünstein als harte Schale aus dem feurigen Kern der Erde sich gebildet.

Aus der Betrachtung der höchsten Gebirge also hat man die Geheimnisse der Tiefe, in die noch kein Mensch hineinzudringen vermochte, zu erforschen gesucht, und hat den richtigen und zuverlässigen Schluß gezogen, daß das feurige Innere der Erde zuerst eine Schale von Granit, dann eine von Grünstein, sodann eine von Porphyr und zuletzt eine von Basalt gebildet hat.

Es fragt sich nun freilich, wie dick sind diese Schalen? Oder wie tief müßte man wohl graben, um bis auf den feurigen Kern zu gelangen?

Die Antwort hierauf ist in vielen Punkten unbestimmt, und man hat nur durch ungefähre Berechnungen eine Schätzung angegeben, die keineswegs so zuverlässig ist, als man es wünscht. Durch natürliche Höhlen und Nachgrabungen ist man noch nicht vielmehr als eine Meile tief in das Innere der Erde gedrungen. Die Schwierigkeit der Schachtbauten, die unterirdischen Gewässer, schädliche Luftarten und anderweitige Hindernisse haben tiefere Nachgrabungen verhindert. Und bei dieser Tiefe von einer Meile ist man noch lange nicht einmal auf den Granit gekommen, wenn nicht die Kraft des Feuers den Granit in die Höhe getrieben hat. Es bleibt

also nichts übrig als die Schätzung, auf einige wissenschaftliche Gründe gestützt, und diese hat ergeben, daß etwa in einer Tiefe von 9 bis 50 Meilen die Erde noch flüssig freurig ist und also die Gesteinschalen, die wir hier genannt haben, diese Dicke besitzen*).

Diese Schalen aber hat man sich nicht so vorzustellen, als ob sie allenthalben gleichmäßig und allenthalben anschließend wären, sondern die innere Kraft der Erde, die diese Schalen emporgetrieben und Gebirge aus ihnen gebildet hat, sie hat die Schichten vielfach durchbrochen und unter einander geschleudert und ohne Zweifel auch Spalten, Risse, Oeffnungen und Gänge zwischen diesen Gesteinen geschaffen, die nur leicht verdeckte Kanäle bis zur Oberfläche der Erde bilden, deren oberste Oeffnungen die Krater der feuerspeienden Berge sind, die man noch jetzt zuweilen in Thätigkeit sieht.

VI. Die Wärme der Erde im Innern.

Stellt man sich nun die Erde als feurigflüssige Masse im Innern vor, die von einer harten Gestein-

*) Der Astronom Hopkins berechnete aus den Abweichungen der Erdaxe bei ihrer jährlichen Bewegung um die Sonne, daß die Masse der Erde weder ganz fest noch ganz flüssig sein könne. Vielmehr stimmt die Beobachtung dann am besten mit seinen Berechnungen, wenn er annimmt, daß ein flüssiger Erdkern mit einer etwa 216 Meilen dicken festen Schale umgeben sei.

Schale umgeben ist, so fragt es sich vor allem, woher die Schale wohl gekommen sein mag, ob dieselbe sich noch fortwährend bildet, oder ob sie wohl noch einmal zusammenschmelzen könnte?

Die Vorstellung, die man sich hiervon zu machen berechtigt ist, ist folgende:

Ehedem, sicherlich vor vielen, vielen Millionen Jahren, ist die Hitze der Erde groß genug gewesen, um auch diese Gesteine zu schmelzen, und die ganze Erde war nur eine flüssige Feuerkugel, jedoch durch Ausstrahlung der Wärme in den Weltraum ist die äußerste Hülle erkaltet und hart und erst nach und nach zu dieser dicken Schale geworden, die den Kern jetzt einschließt.

Daß die Hitze der Erde im Innern einmal so wachsen sollte, daß sie ihre Gesteindecke wiederum schmilzt, das ist nicht anzunehmen. Die Erde verliert vielmehr tagtäglich nicht unbeträchtliche Massen von Wärme. Die Gase, die aus der Erde an einzelnen Stellen ausströmen, bringen eine Erkaltung hervor. Die warmen Wasserquellen, die emporströmen, entführen ihr unausgesetzt Wärme, und Vulkane sind nicht minder thätig, ihr fortwährend Wärme zu entziehen, so daß man eher an eine Erkaltung als an ein neues Aufflammen der Erde zu denken hat.

Allein auch dieses Erkalten findet schwerlich statt. Wer auch nie etwas von der Chemie gelernt und nur einmal wahrgenommen hat, wie kalte Schwefelsäure in kaltes Wasser gegossen, ein sehr heißes Gemisch der

beiden Flüssigkeiten hervorbringt, der wird es schon zugeben müssen, daß sich Hitze auf chemischem Wege bildet, und dies ist wirklich der Fall und bei jeder Art von Wärme der Fall, die wir künstlich erzeugen. Es wird sich also Jedermann leicht vorstellen können, daß sich im Innern der Erde durch chemische Prozesse allein so viel Wärme entwickeln kann, daß sie vollkommen das ersetzt, was die Erde alltäglich an Wärme nach außen hin abgiebt.

Im Gegentheil ist es keinem Zweifel unterworfen, daß es zur Erhaltung der Erde nothwendig ist, daß sie fort und fort Wärme hinaussendet, die sie im Ueberfluß in ihrem Schoße bildet, und wenn sich die Erde zuweilen öffnet und durch Vulkane große Flammen und Massen emporschleudert, so ist es nicht ein drohendes Zeichen des Untergangs, sondern ein Zeichen der Sicherheit des Baues der Erde. Denn auf diesen Wegen strömt gewaltsam diejenige Hitze aus, die, wenn sie sich ansammelte, wohl einmal im Stande sein würde, die Erdschale in verderbenbringender Weise zu zersprengen.

An jedem Dampfkessel läßt der Maschinenbauer eine Oeffnung, die man mit einem Gewicht zudeckt. Wenn der Dampf zu stark wird, hebt er das Gewicht auf und der überflüssige Dampf strömt dann durch die Oeffnung aus. So lange diese Oeffnung, die man das Ventil nennt, nicht verstopft ist, so lange wird der Kessel nie zersprengt werden, und es ist thöricht, daß unerfahrene Leute sich fürchten, in der Nähe der Dampfmaschine zu stehen, wenn sie das Zischen und Brausen

bemerken, das der dort ausströmende überflüssige Dampf verursacht. Nur dann kann die Nähe des Dampfkessels gefährlich werden, wenn kein Dampf durch diese Oeffnung strömt und es möglich ist, daß das Ventil verschlossen ist. Man nennt daher mit Recht solch' eine Vorrichtung „das Sicherheits-Ventil."

Mit nicht minder großem Rechte nennt Alexander von Humboldt die Vulkane „die Sicherheits-Ventile der Erde."

So lange sie thätig sind, ist ein gewaltsames Zersprengen der Erdschicht nicht zu fürchten; hörten sie einmal auf, so würde ein Zersprengen der Schale der Erde wohl möglich sein.

Wir dürfen es freilich nur als eine Vermuthung anführen, daß die Erde gerade nicht mehr Wärme im Innern entwickelt, als sie durch Erkaltung und durch Vulkane und heiße Quellen verliert, und daß so immer nur ein bestimmter Grad der Wärme in der Erde herrscht, der sich gleich bleibt für alle Zeiten oder sich ausgleicht durch stete Ausströmungen. Dies alles ist, wie gesagt, freilich nur eine wissenschaftliche Vermuthung; allein man hat auch einen Beweis dafür, daß die Erdwärme nicht wesentlich gestiegen und nicht wesentlich gesunken ist in den letzten zweitausend Jahren.

Es ist bekannt, daß in der Hitze sich alle Gegenstände ausdehnen, und beim Erkalten sich zusammenziehen. Hätte die Erde seit zweitausend Jahren in ihrer innern Hitze zugenommen, so müßte sie auch an

Umfang zugenommen haben; wäre sie in dieser Zeit kälter geworden, so müßte sie auch an Umfang kleiner geworden sein.

Nun hat man zwar noch gegenwärtig nicht den Umfang der Erde so genau gemessen, daß man mit Sicherheit sagen kann, daß die Erde sich gar nicht im Umfang verändere, und man hat vor alten Zeiten dies noch weit weniger gekonnt, so daß sich durch direkte Messungen nicht bestimmen läßt, ob die Erde zunimmt oder abnimmt an Größe. Allein man hat einen sicheren und vollkommen überzeugenden Beweis, daß der Umfang der Erde sich seit zweitausend Jahren vollkommen gleich geblieben ist; und hieraus hat man den unzweifelhaften Schluß gezogen, daß die Wärme im Innern der Erde seit so langer Zeit auch unverändert geblieben sein muß.

Der Beweis, daß der Umfang der Erde sich nicht verändert haben kann, liegt in Folgendem.

Es steht mathematisch fest, daß eine Kugel, die sich um ihre Axe dreht, sich langsamer zu drehen anfängt, wenn sie größer wird, und schneller drehen muß, wenn sie kleiner wird. — Die Erde ist nun solch' eine Kugel, die sich täglich einmal um ihre Axe dreht, und wir besitzen astronomische Beobachtungen aus den Zeiten des griechischen großen Naturforschers Hipparch, die auf das Allergenaueste den Beweis liefern, daß der Tag sich seit jener Zeit auch nicht um den tausendsten Theil einer Sekunde verlängert oder verringert habe, das heißt also, daß die jetzige Umdrehung der Erde um ihre Axe genau ganz und gar dieselbe ist, die sie vor zweitausend

Jahren gewesen.*) Es muß also der Umfang der Erde sich ebenfalls gleich geblieben sein, und es kann demnach die Wärme der Erde weder ab- noch zugenommen haben seit jenen Zeiten.

Man hat daher die vollste Ursache, anzunehmen, daß die Erde eine Wärme im Innern besitzt, die sich wenigstens jetzt nicht mehr verändert, daß sich zwar durch chemische Prozesse in ihr eine Wärme erzeugt, aber die überflüssige Wärme sich wieder durch Ausströmungen verliert und so eine Ausgleichung stattfindet, die zwar einen ewig thätigen, aber auch einen ewig unveränderlichen Gesammt-Zustand hervorbringt.

Dies aber ist ein Merkmal eines innern Lebens, das ja hauptsächlich darin besteht, daß der lebendige Körper bei fortwährend vor sich gehender Veränderung dennoch seine Natur und sein Wesen nicht ändert, indem

---

*) Wir wollen bei dieser Gelegenheit den Leser mit einer wichtigen Entdeckung des französischen Mathematikers Delaunay bekannt machen, obschon dieselbe noch Gegenstand weiterer Forschung und daher ein bestimmtes Urtheil über dieselbe noch nicht spruchreif ist. Jener Gelehrte fand nämlich, daß die Erde sich seit den letzten 2000 Jahren, für welche astronomische Beobachtungen vorhanden sind, langsamer drehe; und zwar betrage der Unterschied der Tageslängen zwischen jetzt und vor 2000 Jahren 1/50,000 Sekunde. Diese Verlangsamung rührt aber nicht von einem Größerwerden der Erdkugel, sondern, wie Delaunay gleichfalls nachgewiesen, von einem verlangsamenden Einfluß des Mondes her, den wir dem Leser bei einer andern Gelegenheit näher auseinandersetzen wollen.

er stets so viel von sich abthut, als er von Kräften oder Eigenschaften immer in sich neu entwickelt.

VII. Die Bildung des tropfbaren Wassers auf der Erde.

Indem wir zu dem Resultat gekommen sind, daß zwar die Erde sich ursprünglich verändert und umgestaltet haben muß, bevor sie einen bestimmten Zustand angenommen hatte, daß sie aber nunmehr bei aller Thätigkeit und Veränderung in Einzelheiten einen festen und dauernden Gesammt-Zustand beibehält, wollen wir wieder zurück zur Geschichte der Bildung der Erde oder richtiger zur Geschichte der Bildung ihrer Oberfläche und des Lebens auf derselben. Denn die harte Schale von jenen vier Gesteinen, die wir bereits beschrieben haben, ist keineswegs der Grund und Boden, auf dem wir leben, sondern es ist jene Schale noch von vielen Meilen dicken Schichten umgeben, die erst nach und nach die Grundlage geworden sind zu dem Wohnsitz und der Entwicklung aufkeimender Pflanzen, lebender Thiere und endlich denkender Menschen.

Sicherlich hat bereits jeder unserer Leser sich die Frage vorgelegt, wo denn damals, als die Erde erst durch Erkaltung jene Steinschale um sich gebildet hatte, das Wasser gewesen sein mag, das jetzt einen so großen Theil der Erdoberfläche bildet?

Die Antwort hierauf ist folgende.

Das Wasser ist seiner Natur nach flüssig, so lange es nicht bis über 80 Grad hinaus erwärmt wird. Sobald es jedoch diesen Grad der Wärme erreicht hat, verdampft es und bildet Wassergas, das sich mit der Luft mischt und mit derselben unendliche Zeiten sich unverändert erhalten kann, sobald es nicht erkaltet.

Solches Wassergas, solches verdampfte Wasser umgiebt uns alltäglich mit der Luft, in der wir leben. Nur dann, wenn die Luft erkaltet oder mit einer kältern Luft sich mischt, bildet sich das darin schwebende Wassergas zu feinen Tröpfchen, die uns in großer Masse als Nebel sichtbar werden, oder in der Höhe der Luft als Wolken erscheinen und erst dann, wenn diese feinen Tröpfchen sich bei weiterer Abkühlung zu größern Tropfen bilden, fallen sie nieder als Regen oder Schnee oder Hagel, und bilden die Gewässer, die wir auf der Erde sehen.

Noch jetzt ist alles Wasser auf der Oberfläche der Erde und in den Tiefen der Meere bestimmt, nach und nach zu Wassergas zu werden, in der Luft herumzuschweben und wieder als neugebildetes Wasser zur Erde herabzuströmen. Auch von den unendlichen Wassermassen gilt jener Kreislauf der Veränderung, der alles Dasein charakterisirt, und wir werden bei anderer Gelegenheit von dem Kreislauf des Wassers unsern Lesern ein Näheres mittheilen.

Zur Zeit, als die Erde ihre feste Gestalt der Oberfläche erst bildete, war ohne Zweifel das Wasser noch gar nicht vorhanden. Vielmehr konnte bei diesen

alle unsere Vorstellungen übersteigenden Hitzegraden nur der Sauerstoff und der Wasserstoff unverbunden neben einander in der Atmosphäre der Erde existiren; ganz so wie jetzt das Wasser in seine beiden luftförmigen Bestandtheile zerfällt, wenn es sehr hohen Wärmegraden ausgesetzt ist. Erst nachdem die Erde auf einen bestimmten Grad abgekühlt war, vereinigten sich der Wasserstoff und der Sauerstoff der Atmosphäre zu Wasserdampf, der in der weitern Erdbildung eine große Rolle spielen mußte, wie wir dies nunmehr näher betrachten wollen.

Versetzt man sich in Gedanken in jene Zeit, in welcher die Erde durch Erkalten ihre harte Gesteinschale um sich bildete, so ist es klar, daß diese Schale in der ersten Zeit noch immer so heiß gewesen ist, daß auf ihr kein Tropfen Wasser niederfallen konnte, ohne sofort zu verdampfen. Dahingegen muß in der Höhe der Luft, damals, als eine harte Schale das Feuer im Innern der Erde verschlossen hielt, schon ein solcher Grad von Kälte geherrscht haben, daß der Dampf, wenn er nach oben hinauf gelangte, sich in Wolken und Wassertropfen und Regen verwandelte.

Und nun begann bei der Bildung der Erde auch das Wasser seine Rolle zu spielen.

Man stelle sich nur vor, daß zu jener Zeit das Wasser aller Meere, Seen und Flüsse nicht als tropfbares Wasser, sondern als Wasserdampf die Erde umgab, so wird man leicht einsehen, daß die Erde außer den Gesteinhüllen noch eine Dampfhülle von ungeheurer Größe um sich hatte. In dieser Dampfhülle ver-



wandelte sich stets der obere Theil, der kälteste, in Wasser und stürzte tosend zur Erde. Hier aber gelangte das Wasser auf die heißen Gesteine und wurde wieder unter dem Brausen heftig kochenden Wassers schnell in Dampf verwandelt, der wieder zur Höhe emporsteigen mußte. Man wird wohl einsehen, daß dies ein Tosen und Strömen hervorbringen mußte, für welches jede Phantasie zu schwach ist, um es auch nur einigermaßen sich vorstellen zu können. Ganze Weltmeere im Niederstürzen begriffen, und wieder in Dampf verwandelt hinaufgeschleudert, und wieder in der Höhe zu Wasser umgeschaffen und wieder auf das Gestein herabstürzend, um wiederum zu kochen und wiederum hinaufgeschleudert zu werden. Man erwäge nur, daß diese Erscheinungen, das Verwandeln des Wassers in Dampf, und das Verwandeln des Dampfes in Wasser schon bei unsern Dampfkesseln mit dem stürmendsten Tosen vor sich geht, daß die Erscheinungen stets von Erscheinungen der Elektrizität begleitet sind, in denen Funken hervorsprühen. Man stelle sich vor, daß damals das Feuer im Innern der Erde nur noch in einer schwachen Decke eingeschlossen war, und daß die elektrischen Flammen in der weiten großen, fortwährend im Verwandeln begriffenen Dampfhülle die verwandten Flammen der Erde hervorlockten. Dabei ein ewiges Donnern und ein ewiges Niederstürzen der Gewässer, und unter unendlichen Blitzen und Flammenzucken aus dem Innern der Erde ein Zerreißen der Gesteinhülle, ein Erdbeben der Erde selber! — Und all' dies nicht

nur durch Tage und Monate und Jahre, sondern wohl durch Jahrhunderte, vielleicht Jahrtausende hindurch, bis die Gesteinhülle dick und abgekühlt genug war, um Meere auf sich zu dulden und sie in großen Becken zu sammeln. — Man stelle sich, soweit die Phantasie reicht, nur solch ein Bild vor, und man wird sich einen schwachen Begriff davon machen können, welche Erschütterungen die Bildung des tropfbaren Wassers auf der Erde begleiten mußten.

VIII. Schiefer-Gesteine.

Hat aber die Erde Spuren dieses gewaltigen Prozesses zurückbehalten? Giebt es Merkmale, welche beweisen, daß diese Vorgänge wirklich stattgefunden haben?

Es sind solche Spuren und Merkmale vorhanden und sie liegen vor dem Auge der Forscher als große Schiefer-Gebirge da, aus denen er die Geschichte der Erde herausliest.

Wer jemals einen Tropfen auf einem heißen Stein herumwirbeln, sich aufblähen und plötzlich verdampfen sah, der wird auch zumeist bemerkt haben, daß der Tropfen einen kleinen Flecken hinterläßt auf dem heißen Gegenstande, und untersucht man diesen Flecken, so findet man, daß er aus den festen Theilchen besteht, die im Wasser enthalten waren, und die zurückgeblieben sind

bei der Verdampfung des Wassers. Ein wenig Speichel auf einen heißen Bolzen giebt einen Niederschlag von verschiedenen Salzen und einzelnen organischen Stoffen, die dem Wasser des Speichels beigemischt waren. Und hieraus kann Jedermann die Thatsache lernen, daß Wasser beim Verdampfen, beim Auskochen alle festen Theile zurückläßt, die sich nicht in Dampf verwandeln. Unsere Hausfrauen werden diesen Niederschlag oft genug in ihren Theekesseln bemerkt haben, der von vielem verkochenden Wasser herrührt, und der sich fest an den Boden des Kessels ansetzt und im gewöhnlichen Leben Kesselstein oder Wasserstein genannt wird.

Bedenkt man, daß in der Dampfhülle, die die Erde zur Zeit umgab, als sich die feste Kruste der Erde bildete, sich noch außerordentlich viele feste Theile befunden haben müssen, daß das Wasser beim Niederstürzen einzelne feste Theile von den Gesteinen mit sich riß und in Pulverform wieder mit sich hinaufnahm, wenn es als Dampf wieder hinaufgeschleudert wurde, so wird man es leicht einsehen, daß sich dann nach Jahren und Jahren des ewigen Kochens der gesammten Wassermasse auf der Erde, dieses ewigen Destillirens der Gewässer, ein fester Rückstand bilden mußte, in welchem sich Alles absetzte, was das Wasser an festen Theilen in sich hatte, und sich so eine ganz neue Kruste um die Erde bilden mußte, die nach und nach immer mächtiger wurde, und die durch spätere vulkanische Ausbrüche als eine neue Art von Gebirge sich zuweilen emporrichtete. So entstand durch die Wirkung des

Feuers und des Wassers eine neue Schale um die Erde, die noch jetzt als die zweitälteste Gebirgsart stellenweise sichtbar wird, und dieses ist der bekannte Schieferstein, der ganze Gebirge bildet.

IX. Gesteine, die unter dem Wasser sich gebildet haben.

Wie viele Jahrtausende die Schiefergesteine die oberste feste Decke der Erde bildeten, läßt sich nicht bestimmen. Es ist jedoch ohne allen Zweifel, daß die Kruste von Schiefer, die sich durch das unausgesetzte und fortwährend sich wiederholende Verdampfen des Wassers gebildet hat, sehr lange, lange Zeiten existirt haben muß, bevor sich neue Schichten und Gesteinkrusten bildeten. Man entdeckt nämlich in neuester Zeit im Schiefer bereits Spuren von Pflanzen und Thieren. Thiere und Pflanzen aber konnten erst nach und nach entstehen, als die Erkaltung der Erde bedeutend vorgeschritten und der Boden zur dauernden Erhaltung dieses Lebens vorbereitet war.

Die Bildung des Schiefergesteins ist die Grenze zwischen zwei verschiedenen ungeheuern Zeiträumen und steht in der Mitte zwischen zwei großen Verwandlungen der Erde. Vor der Entstehung des Schiefers wurden die harten Schalen der Erde nur gebildet durch das

Erkalten und Erstarren feurig flüssiger geschmolzener Gestein-Arten. Nach der Bildung des Schiefers hörte das Feuer auf, eine solche Rolle auf der Oberfläche der Erde zu spielen wie bisher, und das Wasser, das sich in allen tiefen Stellen der harten Erdkruste sammelte, begann das große Werk der Umbildung der Erde und schaffte nunmehr aus den verwitternden Gebirgen der Vorwelt neue Lagen und Schichten über den Tiefen der Erde, die sich nach und nach zu großen Massen ansammelten nnd gewaltige Steinmassen bildeten, die später als neue Gebirge auftraten.

Aehnlich wie noch gegenwärtig in den Tiefen der Meere sich alles ansammelt, was der Regen hinabspült in die Quellen, in die Bäche, in Ströme und Flüsse, die alle ihre Gewässer zum Meere tragen, ähnlich wie dieser Vorgang muß der damalige gewesen sein und aus ihm ging eine Masse von Gesteinen hervor, die man die Grauwacke nennt, in welcher man schon reichere Spuren von Thieren und Pflanzen findet, und über welcher man jetzt die Steinkohle trifft, die nichts ist als der versteinerte Ueberrest der vorweltlichen gewaltigen Pflanzenwelt.

Zwar wuchs diese Pflanzenwelt nicht unter der Oberfläche des Wassers; nur der Boden, in welchem diese Pflanzenwelt wurzelte, bildete sich auf dem Grunde der Gewässer aus. Aber dieser in den Tiefen des Abgrundes liegende Boden wurde durch immer noch reichlich herrschende vulkanische Ausbrüche, welche neue Berge und neue Thäler bildeten, emporgehoben und zu Flach-

land oder Gebirgen über dem Wasser umgestaltet, während andere Strecken, die bis dahin über das Wasser hinausragten, niedersanken und vom Wasser bedeckt wurden. So entstand streckenweise eine neue Erde mit neuem Boden, der Pflanzen trug und auf dem später eine Thierwelt sich zu bewegen anfing.

Es ist nichts interessanter und lehrreicher, als eine Beschreibung der Reste vorweltlicher Thiere und Pflanzen, die man jetzt zahlreich auffindet; und wir hoffen, in späterer Zeit unsern Lesern einen Abriß dieser Entdeckungen vorführen zu können. Für jetzt jedoch haben wir es nur mit der Umgestaltung der Erde selber zu thun und wollen dieser weiter folgen; denn selbst nach dieser Zeit, wo schon Pflanzen und Thiere auf der Erde zu leben begonnen hatten, sind noch gewaltige und zum Theil gewaltsame Umwälzungen vorgegangen und sie haben die Erde so wesentlich umgestaltet, daß wir von ihrem ehemaligen Leben keine Ahnung gehabt hätten, wenn nicht die Wissenschaft die Gebirge durchforscht hätte, die die Spuren der untergegangenen Welt an sich tragen.

Es ist ohne allen Zweifel, daß auch nach der Zeit, die man die Steinkohlen-Periode nennt und die sicherlich viele Jahrtausende umfaßt, gewaltige Erschütterungen der Erdrinde stattgefunden haben, die wiederum neue Thäler und neue Berge bildeten. In Folge dieser Erschütterungen verließen die Gewässer ihr Bett und stürzten in die neuen Vertiefungen, die bisher trockener Erdboden waren. Die Pflanzen, die Thiere auf dem trockenen Boden wurden vom Wasser bedeckt und gingen darin

unter. Die Thiere und Pflanzen, die bis dahin im Meere lebten, kamen an die Luft, wo sie nicht mehr zu leben vermochten. Aber hier wie dort blieben die Reste des Lebens übrig, und diese Reste sind so gewaltig, daß sie vor unsern Augen als ungeheure Massen daliegen, die Felsen und Gebirge durch ganze Länder hindurch bilden.

Alle Kalkgebirge, Sandsteingebirge, Kreidegebirge, alle Gebirge, in denen sich Gyps und Steinsalz findet, haben sich ehedem unter der Oberfläche des Wassers gebildet. Sie sind außerordentlich reich an Muscheln und Schalen solcher Thiere, die nur unter dem Wasser leben konnten, wie denn Kalk- und Kreide-Lager überhaupt nur Ueberreste sind von unendlich kleinen Thieren, die ihre harten Schalen zurückließen, nachdem sie gestorben.

X. Unterschied der Gesteinarten.

Wir haben nur flüchtig über die Art und Weise gesprochen, wie sich, nachdem sich das Wasser auf der Erde gesammelt und weite Meere geschaffen hatte, ganze Gesteine unter der Oberfläche des Wassers zu bilden anfingen; wir können aber nicht umhin hier anzuführen, daß zwischen diesen Gesteinen, die unter dem Wasser, und denen, welche durch Erkalten geschmolzener Massen entstanden sind, ein sehr wesentlicher Unterschied auch schon äußerlich zu merken ist.

Alle Gesteine, die aus geschmolzenen Massen entstanden sind, haben ein mehr oder weniger kristallisches Ansehen und Gefüge und einen glasigen Anschein, wenn sie polirt werden. Die hingegen, welche unter dem Wasser entstanden, sind schichtenweise gelagert, haben oft einen blätterigen Bruch und ein körniges Gefüge und beweisen dadurch, daß sie nicht vor ihrer Entstehung ein durch Gluth flüssig gewordenes Gemisch waren, das nur durch Erkalten erstarrt ist, sondern daß sie sich regelmäßig Schicht auf Schicht gelagert oder Körnchen an Körnchen gesammelt haben, und erst durch die Zeit und den Druck der oberen Massen auf die unteren zu Gesteinen fest geworden sind.

Im Schiefer erkennt man das blätterartige Gefüge recht deutlich, obgleich er halb ein Feuer-, halb ein Wassergebilde ist. Könnte man bis in die Tiefe graben, in der der Schiefer ungestört seit seiner Bildung liegt, ohne von vulkanischer Kraft gehoben, gesenkt, zerbrochen, umgestülpt oder verschoben worden zu sein, so würde man die Lagen des Schiefers ganz eben finden, in welcher Schicht auf Schicht und Lage auf Lage, gleich den Blättern eines Buches über einander liegen. Aber der Schiefer ist lange nach seiner Bildung durch vulkanische Ausbrüche oft zerrissen und zu Gebirgen aufgethürmt worden, und bei solcher Gelegenheit sind die Lagen gebrochen, übereinander geschoben, aufgerichtet, umgestülpt und oft zertrümmert worden, so daß man nur sehr vereinzelt auf Schiefer stößt, der seine ursprüngliche Lage beibehalten hat.

Wie sehr sich der Sandstein von Granit unterscheidet, weiß wohl Jeder. Der Granit ist eine durch Feuer geschmolzene und durch Erkalten zu Stein verhärtete Masse; der Sandstein hat schon seinen Namen von dem Sande, aus welchem er besteht; er ist fein oder grobkörnig wie der Sand und verräth schon dem Auge die Geschichte seiner Entstehung, daß er nämlich durch Ansammlung einzelner Körner entstanden ist, die unter dem Wasser geschah, und daß er durch den Druck seiner eigenen Schwere, durch sein Jahrtausende langes Ruhen übereinander zu Stein verhärtet ist.

Darum trägt der Sandstein oft Spuren, daß er ehedem weich gewesen ist. Man findet in Sandsteinen die Reste von Thieren, wie z. B. Muscheln, in reicher Masse. Man hat auch im Quader-Sandstein die Fußtapfen großer Thiere entdeckt, die zum Theil in der Luft zum Theil im Wasser gelebt haben. In den Steinen, die sich unter dem Wasser bildeten, findet man Gerippe von ungeheuern Schildkröten und Eidechsen, die Ueberreste von Fröschen und Krebsen, und dies ist offenbar ein Beweis, daß diese Steine dereinst weich waren, daß Thiere sich auf ihrer Oberfläche bewegten und Spuren und nach dem Tode ihre Gerippe zurückließen, daß dann nach und nach neue Schichten sich über ihnen lagerten, die später gleichfalls zu Stein wurden und so sich als im Stein eingeschlossene Thierreste vorfinden.

Auch vom Sandstein findet man Lager, die durch Vulkane hoch über die ehemalige Wassergrenze hinausgehoben worden sind; aber wie die Wassergebilde über-

haupt sind dabei die Steine meist schichtenweise gebrochen; daher findet man Sandsteingebirge, die wie gemeißelte Quadern und Säulen übereinander liegen und eine Regelmäßigkeit im Bau verrathen, als ob sie von riesiger Künstler-Hand angefertigt worden wären. Die sächsische Schweiz verdankt ihre wunderbare, fast künstlerische Schönheit jener Regelmäßigkeit, in welcher ihre Quadersandsteine sich gelagert vorfinden.

Wie viele Jahrtausende aber vergingen wohl, bevor sich Körnchen auf Körnchen häufte? bevor sie durch die Pressung an einander wuchsen? bevor sie von Vulkanen über das Wasser erhoben wurden? Wie viele Jahrtausende schon stehen diese Felsen hoch in die Luft hineinragend? Wie viele Jahrtausende wird es dauern, bevor Wind und Regen wieder körnchenweise dieses Gebirge abgetragen? — Wie viel Menschengeschlechter entstehen und wie viele vergehen, bevor ein solch' Gebirge entsteht, bevor ein solch' Gebirge vergeht?

XI. Unterschied in Bezug auf das Vorkommen der Gesteine.

Auch in Bezug auf das Vorkommen der Gesteine ist ein Unterschied zwischen den vom Feuer flüssig gewordenen und dann durch Erkalten zu Stein verhärteten Massen und den vom Wasser gebildeten Gesteinen.

Die Gesteine, die durch das Erkalten der feurig-

flüssigen Masse entstanden sind, sind ohne Zweifel allenthalben tief unter dem Erdboden vorhanden. Sie sind zuweilen durch innere vulkanische Kräfte emporgeschleudert worden, um Gebirgs-Felsen zu bilden; aber man hat sich eigentlich vorzustellen, daß diese Gesteine die Erde umschließen wie eine allenthalben schließende Schale einen Kern, und darf die Gebirge, die sich von ihnen finden, als eine Ausnahme betrachten, die durch einen Durchbruch dieser Schalen und ein Emporschleudern einzelner Stücke derselben entstanden sind.

Anders ist es mit den Gesteinen, die erst durch das Wasser gebildet worden sind.

Schon den Schiefer darf man sich nicht als eine wirklich vollkommen schließende Schale rings um die Kugel der Erde denken. Es bildete sich zur Zeit, als bereits Gebirge und Thäler von den ältern Gesteinen, die man Feuer-Gebilde nennt, vorhanden waren. Er entstand ähnlich wie unser Kesselstein durch das Verdampfen des kochenden Wassers, also kann er nur dort sich gebildet haben, wo das Wasser hinstürzte, als es in tropfbarer Gestalt aus dem Luftkreis auf die heiße Erde niederfloß. Er bildete sich in den Thälern und Schluchten der ältesten Gebirge, während er auf den damaligen Höhen nicht entstehen konnte. In den damaligen Thälern muß er in großer Mächtigkeit abgelagert worden sein, weil diese Thäler ohne Zweifel heißer waren als die höher gelegenen Schichten der Gesteine, und also das Wasser dort einer gewaltigeren Verdampfung ausgesetzt gewesen sein muß. — Man hat sich daher

den Schiefer nicht als allgemein schließende Gesteinschale um die Erde zu denken, sondern als eine Schale, die ursprünglich schon durch ältere Gebirge durchbrochen war, und die sich nur in den Thälern lagerte und in tiefern Thälern am stärksten vorhanden war.

Wäre nun keine weitere vulkanische Thätigkeit der Erde vorhanden, so würde der Schiefer vergraben liegen theils unter Gewässern, theils unter neuen Gesteinen, die sich später über ihm gebildet haben. Daß er jetzt aber zu Gebirgen aufgerichtet ist, das ist der Beweis, daß die vulkanische Thätigkeit der Erde nicht ruhete, sondern die Gestalt der Erde wesentlich veränderte, und aus den Bergen Thäler und aus den Thälern Berge machte, die Trockniß zum Meere und den Meeresgrund zur Trockniß umwandelte.

Ganz ähnlich verhält es sich mit allen spätern Gebilden von Gesteinen, die wir bereits flüchtig erwähnt haben. Sie entstanden nicht als allenthalben schließende Schale um die Erde, sondern als eine vereinzelte, durch Gebirge und Hochebene getrennte Decke der Erde, und ihr Entstehungsort war dereinst die Fläche und Tiefe des Thales, so daß sie, wo sie in die Höhe emporragen, nur durch die innere vulkanische Thätigkeit der Erde zu Gebirgen erhoben worden sind.

Indem wir nunmehr zu einer spätern Zeit der Geschichte der Erde übergehen wollen, in welcher das Leben der Erde und das Leben auf der Oberfläche der Erde eine neue Gestaltung annahm, wollen wir hier nur

noch der Kalk- und Kreide-Gebirge erwähnen, die in der wunderbarsten und fast unglaublichsten Weise entstanden sind.

Große Gebirge, die jetzt ganze Länder durchziehen, sind meist unter der Oberfläche des Wassers entstanden; aber die Baumeister dieser Gebirge waren kleine, dem freien Auge unsichtbare Thiere, die in kalkartigen Schalen lebten und nach ihrem Tode die Kalkschalen zurückließen, die jetzt zu Gebirgen aufgethürmt daliegen.

Erst in der neuesten Zeit gelang es, die wundervollsten Entdeckungen dieser Art zu machen. Große Strecken Landes, die wir als festen Erdboden betrachten, bestehen, wie man jetzt weiß, aus Lagern von kleinen Thierchen, von Infusorien, die zum Theil leben, zum Theil aus den harten Theilen ihrer Leiber das bilden, was wir als Erde ansehen. In Berlin steht der größte Theil der Häuser der Louisenstadt auf einem solchen, durch diese kleinen Thiere gebildeten Boden. Sie sind so klein, daß Millionen davon in einem Kubikzoll Erde enthalten sind. Sie sterben und hinterlassen die harten Theile ihrer Leiber oder ihre Schalen und Muscheln als starren Rest zurück, der festen Grund und Boden bildet, und auf dem der Mensch umherwandelt im Wahn, auf starrem, nie belebt gewesenem Erdreich umher zu gehen.

Wir werden bei einer andern Gelegenheit von den gewaltigen Massen erzählen, die von kleinen, dem bloßen Auge unsichtbaren Thieren noch jetzt immerfort in der Tiefe der Meere gebildet werden; für jetzt wollen wir

nur sagen, daß ganze Kalk- und Kreidegebirge solche Ueberreste von meist unter dem Wasser lebenden kleinen Geschöpfen sind, und wir es ihnen zu danken haben, wenn diese wichtigen Materialien uns nicht fehlen.

XII. Eine Weltzerstörung.

Was wir bisher vom Erdleben berichtet haben, trägt den Charakter einer fortschreitenden Umbildung und einer langsam durch sicherlich viele Millionen von Jahren vor sich gehenden Geschichte des Bodens der Erde. Zwar haben während dieser Zeit gewaltsame Ausbrüche aus dem Innern der Erde stattgefunden; aber diese Ausbrüche selber gehören in die Schöpferkraft, die bei der Bildung der Erdoberfläche thätig war. Sie trugen nicht den Charakter einer zerstörenden, sondern einer schaffenden Kraft an sich. — Wir kommen jedoch jetzt zu einem Abschnitt der Geschichte der Erdbildung, wo man nicht umhin kann, eine einmal stattgefundene gewaltsame zerstörende Erschütterung der Erde anzunehmen, durch welche ein eben so großes und bedeutsames Pflanzenreich wie Thierreich einen plötzlichen Untergang gefunden haben muß.

Man findet große Strecken, die sich unter ganzen Ländern hinziehen, wo eine üppige Pflanzenwelt plötzlich mitten in ihrem Wachsthum verschüttet worden ist. Wo

man die Spuren ihrer Lagerung verfolgen konnte, hat es sich immer noch ergeben, daß sie streckenweise nach einer Richtung hingeschleudert worden sind, ähnlich wie wenn ein Sturmwind oder eine Fluth einen Wald umreißt und alle Stämme der Bäume nach einer Seite hin umstürzt. Hierzu entdeckte man Höhlen, in denen ganze große Lager von Thierknochen sich auffinden, und zwar nicht einzelne Knochen von Thieren, die möglicher Weise nach und nach an einzelne Stellen zusammengespült worden sind von Gewässern, sondern es finden sich ganze Gerippe von Thieren, die es unzweifelhaft machen, daß sie von den Fluthen lebend ergriffen, vernichtet fortgeführt und an einzelnen Stellen haufenweise abgelagert worden sind. Man findet ferner, daß um dieselbe Zeit, das heißt nachdem die Sandstein-, Kalk- und Kreide-Gebirge sich bereits gebildet hatten, außerordentlich große Länderstrecken durch irgend ein Ereigniß plötzlich aufgeschwemmt wurden, so daß sich oft über dem Sandstein, dem Kalk oder der Kreide, die einst die Oberfläche gebildet haben, Lagen von aufgeschwemmter Erde finden von fast 200 Fuß Dicke. Endlich zeigen sich Spuren, daß um eben dieselbe Zeit große gewaltige Felsen von Fluthen fortgetragen wurden, und zwar mit einer Gewalt fortgetragen, daß sie Risse durch andere Gesteine verursachten, die den Weg bezeichneten, den sie genommen haben, und diese Felsblöcke sind an Stellen des Flachlands abgelagert worden, wo kein Gebirge in der Nähe ist, von dem sie herstammen könnten, und die deshalb später dem aber-

gläubischen Menschengeschlecht Veranlassung gaben zu vielen Märchen und Sagen, die das überraschende Vorkommen solcher Felsblöcke erklären sollten.

Bemerkt man nun hierzu, daß jene Pflanzen- und Thiergattungen, deren Spuren und Reste man eifrig studirt hat, jetzt nicht mehr existiren oder mindestens nicht mehr in solcher Größe vorkommen, so wird man auf den Gedanken geführt, daß wirklich eine zerstörende Wasserfluth die bereits belebte Erdoberfläche plötzlich vernichtet haben muß, daß also wirklich einmal eine belebte Welt ihren Untergang gefunden hat.

Die Reste der Pflanzen und Thiere, welche aus jener Epoche erhalten sind, beweisen sogar, daß die Entwickelung des Lebens eine bereits weit vorgeschrittene gewesen. Man findet unter den Thieren die Säugethiere in einer großen Reihe von Geschlechtern bis hinauf zu den dem Menschen am nächsten stehenden Affen. Einige Naturforscher wollen selbst Menschenüberreste aus jener Zeit gefunden haben; hiernach wäre bereits das Menschengeschlecht Zeuge jener allgemeinen zerstörenden Wasserfluth gewesen.

Unseren Begriffen von Entwicklung und langsam vor sich gehender Bildung alles Lebens und Daseins entspricht solch eine plötzliche Zerstörung einer bereits lebenden Welt freilich nicht; allein wir haben kein Recht, deshalb Thatsachen zu leugnen, weil sie nicht gut in das System passen, das wir aussinn.n.

XIII. War diese weltzerstörende Erderschütterung nothwendig?

Man forscht vergeblich nach den Gründen, weshalb wohl eine bereits fertige Pflanzen- und Thierwelt einen so plötzlichen Untergang gefunden haben mag, wie der durch die gewaltsamen Wasserfluthen, die eine ganze Schöpfung vernichtet haben. Die Antwort, die man gewöhlich hierauf hört, daß die damalige Thier- und Pflanzenwelt eine unvollkommene gewesen, und daß ihr Untergang einer vollendeten Natur Platz machen mußte, ist eine thörichte, weil sie eine unnatürliche ist.

Wohl ist es wahr, daß die untergegangene Pflanzen- und Thierwelt hauptsächlich von der Gattung war, die man die niedere nennt. An der Stelle der Bäume waren damals Gras und Farrenkräuter von baumgroßer Stärke vorhanden, und auch in der Thierwelt hat die niedrigere Thiergattung vorgeherrscht und hat eine Größe erreicht, die jetzt an solchen Thieren nicht mehr gefunden wird. Ungeheure Schildkröten und Eidechsen so groß wie unsere Schweine, Faulthiere so groß wie unsere Elephanten, Krebse von der Größe unserer großen Fische haben damals existirt und mögen wohl Geschöpfen höherer Gattung den Platz streitig gemacht haben. Daß sie aber deshalb geschaffen und wieder gewaltsam vernichtet werden mußten, um andern den Platz zu gönnen, wird eben dadurch nicht erklärt, und wenn wir sehen, daß ohne solche gewaltsame Zer-

störung einer fertigen Welt auch in unsern Zeiten Thiergattungen aussterben, daß das Nilpferd zur Seltenheit geworden, daß Bären und Wölfe in unsern Gegenden im Untergehen begriffen sind, daß durch den Kunstfleiß der Menschen die Pflanzenwelt nach und nach verändert worden ist, und die edleren Pflanzen an die Stelle der wilden getreten sind, so ist um so weniger Grund anzunehmen, daß deshalb die Natur eine fertige Welt dem plötzlichen Untergange hätte Preis geben müssen, um für eine edlere Raum zu gewinnen, und sie nicht lieber den Gang allmählicher Entwicklung inne gehalten hat, den man mit Recht den natürlichen nennt.

Richtiger dürfte daher die Annahme sein, daß das uns noch sehr unbekannte innere Leben der Erde solch' eine Erschütterung erzeugte, und daß die Zerstörung, die hierbei auf der Oberfläche der Erde vor sich ging, von untergeordneter Bedeutung sein mochte. Weil wir auf der Oberfläche der Erde wohnen, sind wir leicht geneigt, Alles, was auf dieser vorgeht, als die Hauptsache der Erdthätigkeit anzunehmen, und Alles, was im Innern der Erde vor sich geht, ganz außer Acht zu lassen, sobald wir daraus keine Veränderung der Oberfläche wahrnehmen können. Diese Art der Auffassung ist schwerlich richtiger, als die eines Würmchens, das auf der Schale eines Apfels lebt und sich einbildet, daß der ganze Apfel und Alles, was in ihm vorgeht, nur existire um der Schale willen, die sein Wohnsitz ist.

In der Geschichte der Erde, die wir hier flüchtig

dem Leser vorgeführt, hatten wir öfter Gelegenheit zu sehen, wie ganze Strecken der Erdoberfläche bald tiefen Meeresgrund bildeten, bald durch eine innere Kraft gehoben hoch über den Wassern herausragten, um dann wieder hinabzusinken und neue Ablagerungen aufzunehmen. Dieses Heben und Senken der Erdoberfläche ist unabhängig von der Entwicklung der auf ihr lebenden Wesen. In der Periode, welche uns gegenwärtig beschäftigt, waren Pflanzen und Thiere in einer sehr großen Anzahl von Arten und bedeutend vorgeschrittener Ausbildung auf der aus Sandstein, Kreide und Kalk gebildeten Erdrinde vorhanden, als von Neuem jene gewaltige Kraft des Erdinnern diese Theile der Erdschale niedersinken und von den Fluthen des großen Weltmeers bedecken ließ. So entstand die große Zerstörung und Vernichtung der die Erde bewohnenden Wesen, als nothwendige Folge der im Innern der Erde waltenden uns noch unbekannten Kräfte.

Können wir aber auf die Frage, warum diese Zerstörung vor sich ging? nur mit Achselzucken antworten, so wissen wir doch auf die Frage: wie ging diese Zerstörung vor sich? schon etwas nähere Auskunft zu geben.

Es sprechen die meisten Forschungen dafür, daß durch innere Erschütterung bedeutende Länderstrecken und Gebirge zusammenstürzten und in die hieraus entstandenen Vertiefungen das Wasser von den Polen der Erde her mit zerstörender Gewalt hineinströmte.

Mit diesem Wasser kamen von den Polen auch

mächtige Eisinseln und Eisberge, die nach Süden wandernd in Gegenden der wärmeren Erdzonen schmolzen und Alles, was sie in sich eingeschlossen hatten, auf den tiefen Meeresgrund fallen ließen.

Hierauf deuten die meisten Spuren hin, welche die großen Felsgebirge von jener Wasserfluth an sich tragen. Wo große Felswände verschoben und zerbrochen sind, geht der Bruch zum größern Theil in der Richtung von den Polen nach dem Aequator der Erde, und als Zeugen, daß dem so war, befinden sich auf den Ebenen des mit den Fluthen aufgeschwemmten Landes große frei daliegende Felsblöcke, die offenbar dem Norden angehören, und die nur dadurch in unsere Gegenden herüber gekommen sein können über das viele Meilen weite Meer, daß die Felsblöcke in ungeheuern Eisschollen eingefroren lagen, welche dieselben auf den Gewässern bis weit ins Flachland hineintrugen, wo das Eis schmolz und die Felsen abgelagert worden sind. Deshalb nennt die Wissenschaft diese Periode der Erdgeschichte die Eiszeit, über die wir dem Leser später noch Weiteres mittheilen werden.

Aehnliche Erscheinungen, wie sie damals für unsere Erdhälfte stattfanden, kann man noch gegenwärtig auf der südlichen Erdhälfte beobachten. Dort bedeckt das Meer den größten Theil der Erde. Auf dem großen Meere schwimmen Eisinseln und Eisberge von ungeheurer Ausdehnung, die gegen den Aequator vorrücken und in wärmeren Zonen schmelzen. Wenn einst die südliche Erdhälfte gehoben würde und aus dem

Meere auftauchte, so würden dort wahrscheinlich ähnliche Zerstörungen der Oberfläche sich zeigen, wie sie aus der Eiszeit bei uns gefunden werden.

XIV. Rückblick auf die vorweltlichen Umwälzungen der Erde.

Wir sind in unserm Thema nunmehr so weit gekommen, daß wir die Umwälzungen der vorweltlichen Zustände der Erde verlassen und wieder zur Umbildung der Erde, die noch jetzt stattfindet, gehen können. Wir wollen uns nur noch der Uebersicht halber einen Rückblick erlauben, indem wir hoffen, daß dadurch unsern Lesern eine Gesammtübersicht erleichtert werden wird.

Die Geschichte der Bildung der Erdoberfläche ist eigentlich nur ein kleiner Theil der Geschichte des Erdlebens; allein es ist selbst dieser kleine Theil noch nicht mit voller Sicherheit erforscht. Vom Innern der Erde wissen wir nur, daß daselbst ein hoher Grad von Hitze herrscht, daß aller Wahrscheinlichkeit nach alle Stoffe im Innern der Erde in geschmolzenem Zustande existiren. Ferner weiß man, was wir bereits früher dargestellt haben*), wie viel die ganze Erdkugel wiegt, und dadurch hat man auch einen Einblick in die Dichtig-

*) Naturwissenschaftliche Volksbücher. Bd. I. S. 8. ff.

keit und in die ungefähre Massenvertheilung im Innern der Erde. Endlich sehen wir die Erde noch immer thätig, und zwar hebt eine innere Kraft noch immer Theile der Oberfläche in die Höhe und senkt andere zur Tiefe, und zugleich strömt fortdauernd durch heiße Quellen und Vulkane eine Portion von Wärme aus dem Innern der Erde nach der Oberfläche. Da aber Beweise vorhanden sind, daß die Erde im Innern trotzdem in den letzten zweitausend Jahren nicht kälter geworden ist, so darf man schließen, daß durch chemische Thätigkeit im Innern der Erde gerade so viel Wärme neu erzeugt wird, als sie nach der Oberfläche sendet, und so eine Art Gleichgewicht stattfindet, welches der Erde einen feststehenden Grad von Wärme verleiht.

Dies Wenige ist leider Alles, was man über das Innere der Erde mit einiger Sicherheit anzugeben weiß. Das, was man von der Bildung der Oberfläche der Erde anzunehmen berechtigt ist, besteht darin, daß zuerst eine harte Gesteinschale durch Erkalten der ehemals flüssigen Gesteine sich gebildet hat. Die innere Thätigkeit der Erde aber hat diese harte Schale an vielen Stellen durchbrochen, und hat die Gesteine stellenweise hoch emporgerichtet und so die hohen Gebirge gebildet, die die ältesten der Erde sind, und welche man mit Recht „Feuerbildungen“ nennt.

Erst nachdem die Gesteinschale bis auf 80 Grad abgekühlt war, konnte sich das Wasser, das ehemals nur in der Luft schwebte, auf der Erde sammeln, und bei dieser Bildung des Wassers setzte sich eine neue

Gesteinart ab, welche zur Schiefergattung gehört. Später lagerte das Wasser alle festen Theilchen, die in ihm enthalten waren und die es abspülte von den Bergen, nach und nach ab, und es bildeten sich so Gesteinarten, die man „Wassergebilde“ nennt, und zu welchen auch solche gezählt werden, die nicht vom Wasser selber mechanisch abgelagert, sondern von Thierchen, die im Wasser lebten, aufgespeichert wurden.

Während dieser, gewiß viele Millionen Jahre betragenden Zeit bildeten sich Pflanzen und Thiere aus, sowohl im Wasser wie auf dem Festlande der Erde. Allein nun trat nochmals eine Umfluthung ein, die Eiszeit, welche den Gesammtzustand veränderte, die Trockniß unter Wasser setzte, den Meeresboden erhob und sogar Gebirgsfelsen von den Polen der Erde weit über's Meer nach dem Flachland führte, und mit dieser Zerstörung einer bereits vorhandenen Welt schließt ein Zustand ab, den man den vorweltlichen nennt, indem nachher ein neuer Zustand sich herangebildet hat, der noch gegenwärtig fortdauert und den wir jetzt betrachten wollen, soweit er noch fortwährend vom Erdleben Zeugniß giebt, und soweit von ihm die langsam vor sich gehende Umbildung der Erdoberfläche und Erdgestalt abhängt.

Wir haben unsere Betrachtung des Erdlebens begonnen mit dem langsamen Verwittern und Zerfallen der Gebirge und dem Hinabrollen kleiner aufgelöster oder fortgespülter Theile in den Meeresgrund. Wir haben gezeigt, welch' ein Kampf zwischen dem

Meere und den Bergen besteht, und auf das Gleichgewicht hingewiesen, das zwischen der Alles gleichmachenden Wirkung des Wassers auf der Oberfläche der Erde und der stets Erhebungen und Senkungen veranlassenden Kraft des Feuers im Innern der Erde stattfindet. Wir wollen nunmehr etwas näher hierauf eingehen und zu schildern versuchen, wie und auf welche Weise ganze Länder jetzt auf einem Boden stehen, der nichts weiter ist, als solch' ausgespültes und angeschwommenes Land, das die Ströme des Regens, die Wellen der Ströme, das Anspülen des Meeres zusammengetragen hat und noch immerfort zusammenträgt und noch immer hier einen Boden dem Festland entreißt und dort neuen Boden dem Festland hinzufügt.

XV. Die gegenwärtige Umbildung der Erde.

Alle Bäche, alle Flüsse, alle Ströme der Erde sind in fortwährendem Laufe begriffen und doch werden sie nicht wasserleer; alle Gewässer ziehen in das Meer und doch wird dieses nicht überfüllt. Es rührt dies daher, daß das Wasser die Eigenschaft hat, zu verdunsten und sich mit der Luft zu vermischen, und daß die stets in Bewegung befindliche Luft den Wasserdunst über den trockenen Boden der Erde hinführt, und ihn als Nebel, als Wolke, als Regen oder Schnee oder Hagel wieder zurück auf die Erde fallen läßt.

Da die Ströme nur das Wasser zum Meere tragen, was ihnen von den Bergen und allen höher gelegenen Orten zufließt, und da die Berge wiederum diese Wassermassen nur aus der Luft empfangen, welche sie wiederum aus dem Meere entnimmt, so ist es eine unbezweifelte Thatsache, daß nur so viel Wasser nach dem Meere strömt, als früher verdunstet war, daß also die Verdunstung und die Wasserbildung sich immer das Gleichgewicht halten, und daß sich so ein Kreislauf herstellt, in welchem das Wasser aller Ströme dem Meere zueilt, und zwar sichtbar vor Aller Augen; in welchem aber, unsichtbar für das Auge, hoch über uns in der Luft, ein Zurückströmen des Wassers stattfindet.

Wir werden später noch sehen, wie Alles, was auf der Erde lebt, nur erhalten wird durch diesen Kreislauf des Wassers, wie dieser Kreislauf des Wassers nur erhalten wird durch die Kreisströmungen der Luft; wie diese Luftströmungen nur bestehen durch den täglichen Umlauf der Erde um ihre Axe und die Alles belebende Kraft der Wärme erzeugenden Sonne; wir werden es später einmal in Betracht ziehen, wie Alles in der Natur in einem innigen Zusammenhange steht und jede einzelne Erscheinung nur ein vereinzeltes Glied aus einer großen Kette ist. — Für heute wollen wir nur darthun, wie die Verwandlung der Oberfläche der Erde, welche von den ewig strömenden Gewässern herrührt, mit in diesen großen Kreis hineingehört und sicherlich so nothwendig zum Gesammtdasein ist, wie nur irgend eine andere großartige Erscheinung der Natur.

Das von allen Höhen zum Meere strömende Wasser löst und reißt kleine Theile von den höher gelegenen Theilen seines oft sehr langen Weges ab und senkt sie nieder in die Tiefen, über die der Weg dahin führt. Hierdurch entsteht eine Ausgleichung, ein Ebnen des Strombettes, das fort und fort weiter vorschreitet, so daß sich nach und nach alle Unebenheiten auf dem Boden der Ströme verlieren müssen. So lange der Strom in seinem Laufe ist, läßt er zwar die mitgerissenen kleinen Theile fester Erde, wie Sandkörner, Lehm, Thon, Mergel und Steingerölle langsam auf dem Boden des Strombettes niedersinken; aber die nachfolgenden Wasser spülen alle diese Massen immer weiter hinunter; nur dort, wo sich dem Strom ein Hinderniß in den Weg stellt, wo er also genöthigt ist, langsamer dahin zu ziehen, da findet eine größere Ablagerung der mitgerissenen festen Theile statt. Wo aber der Strom in's Meer hineintritt, da trifft er auf solch' ein Hinderniß seines Laufes; denn die Wasser des Meeres, die an den Mündungen der Flüsse nicht strömen, stellen sich ihrem Laufe entgegen. Der Strom wird, wenn er in's Meer gelangt ist, zum Stehen gebracht. und deshalb läßt er nach seinem Eintritt in das Meer alle seine festen Theile fallen und bildet sich so selber ein Hinderniß seines Weges.

Dieses Hinderniß, das sich immerfort vergrößert, wächst bald zu einem kleinen Berge unter dem Wasser an, und der Strom ist genöthigt, sich zu theilen und zu beiden Seiten des Berges seine Wasser mit dem des

Meeres zu mischen. Mit der Zeit aber nimmt das Hinderniß immer mehr zu; es sammeln sich immer mehr und mehr feste Theilchen und lagern sich an dem Berge ab, bis endlich der Berg heranwächst und so hoch wird, daß er bis an die Oberfläche des Wassers hervorragt. — Schwillt nun der Strom zuweilen an und erhebt sich über diesen Berg, so lagert er, während er darüber hinfließt, noch mehr Theilchen auf demselben ab, der Berg wächst also durch den angeschwollenen Strom noch mehr, und wenn nach einiger Zeit der Strom fällt, so ragt an seiner Mündung der Berg über die Fläche des Wassers hinaus und es ist Land entstanden, aus all' den kleinen Theilchen, die das Wasser mit sich führte; und der Strom ist meist genöthigt, in zwei Armen um dies neue Land herum in's Meer zu fließen.

Dieses neu entstandene Land wächst nun langsam immer mehr und mehr, und wird unter günstigen Umständen zu einer weiten Ebene, wo Pflanzen und Waldungen entstehen und Dörfer und Städte errichtet werden können. Je mehr aber das Land wächst, desto mehr muß sich der Strom theilen, und je mehr dies geschieht, desto weiter wächst das Land stromaufwärts zwischen die Arme des Stromes hinein.

Das ist die Art, wie ein neues Land an den Strommündungen entsteht.

XVI. Die Delta- und Dünenbildung.

Man nennt die oben bezeichnete Art, wie durch einen Strom sich neues Land bildet, wo derselbe in das Meer fließt, die Delta-Bildung, weil das Gebiet meist die Form des griechischen Buchstaben Delta hat. Die berühmteste Delta-Bildung ist die des Nil-Thales in Aegypten. Ja, ganz Unter-Aegypten ist in der bezeichneten Weise entstanden, und die Betrachtung dieses Landes und seines Stromes ist darum so lehrreich geworden, weil man mit Sicherheit die Veränderungen kennt, welchen das Land seit dem Alterthum unterworfen ist, und mit ziemlicher Genauigkeit angeben kann, wie dieses Land sich noch fernerhin verändern wird.

Obwohl nun kein anderer Fluß der alten Welt solche große Massen fester Theile alljährlich mit sich führt und ablagert als der Nil, so haben sie doch alle insofern mit demselben Aehnlichkeit, als sie in gleicher Weise Land bilden, wenn sie auch hierzu bedeutend längere Zeit brauchen. Nicht immer indessen nimmt das neugebildete Land die Form des Delta an, öfter begünstigen die örtlichen Verhältnisse die Bildung von Dünen und diese wachsen dann zu großen Strecken heran, die nach und nach Länder bilden und das Meer zurückdrängen von dem Gebiet, wo es ehedem geherrscht hat.

Das ganze Flachland Norddeutschlands ist in ähnlicher Weise entstanden; und noch immer wirken dieselben Kräfte und bilden noch immer neues Land. Die

Oder und die Weichsel haben ähnlich dem Nil Delta's gebildet. Beide Flüsse schwellen von Zeit zu Zeit an und treten aus ihrem Bette, die Umgegend überschwemmend, auf welcher sie stets feste Massen zurücklassen. Namentlich führt die Weichsel eine so große Masse von erdigen Theilen mit sich und lagert diese in der Nähe ihrer Mündung so stark ab, daß der Fluß dem Versanden nahe ist. Die Mündungen der Donau, die jetzt politisch von so großer Bedeutung sind, haben in den wenigen Jahren, seitdem Rußland die Verpflichtung übernommen, sie offen zu halten, so sehr an Versandung und Verschlammung gelitten, daß man Grund hat zu vermuthen, daß Rußland mit Vorsatz die Donau dem Untergange preis giebt, um diesen Weg zum Meere völlig zu verschließen. Währt dieser Zustand fort, so wird dies zuverlässig der Fall sein, indem immer neu sich ansetzendes Land den Strom verflacht und endlich unfahrbar macht. In gleicher Weise geschah dies von allen Strömen, die sich ins Meer ergießen; allenthalben haben sie neues Land angebaut und dadurch ihren eignen Eintritt ins Meer verändert; und weil dies seit ungeheurer Zeit der Fall war, sind hierdurch Veränderungen der Erdoberfläche entstanden, durch welche an den Küsten das Land wuchs und das Meer weit zurücktrat.

Aber auch das Meer ist unausgesetzt thätig, einerseits Land abzureißen und andrerseits Land anzuschwemmen. Die Ufer des Meeres sind in fortwährender Veränderung begriffen und verändern langsam die

Grenzen des festen Bodens und der Wasserfläche. Die Fluth trägt oft einem Stück Land bedeutende Massen erdiger Theile zu und läßt sie auf demselben zurück, während sie auf andern Orten viel erdige Theile abspült und beim Abfluß während der Ebbe mit sich fortführt. Die Wellen, die an das Ufer des Landes anprallen und Brandungen genannt werden, höhlen oft streckenweise Felsen, namentlich Sandsteinfelsen aus und untergraben das Festland, daß es dereinst zusammen und ins Meer stürzen muß. Stellenweise ist dies an den Küsten Englands der Fall, Ostfriesland und Holland sind hierdurch einer fortwährend langsam vor sich gehenden Veränderung ihrer Küsten ausgesetzt, und die Insel Helgoland ist so offenbar dem Angriff der Brandungen ausgesetzt, daß man den vollständigen Untergang derselben mit Sicherheit voraussagen kann.

Es leben an den meisten Meeres-Ufern Deutschlands Sagen im Munde des Volkes von Städten und Ländern, die dereinst dort gestanden haben, wo jetzt das Meer herrscht. Zu diesen Sagen hat sicherlich die Beobachtung Veranlassung gegeben, daß das Meer stellenweise das Ufer zerstört und das Land bedeckt. Sicherer aber als durch diese Sagen ist es festgestellt durch die Wissenschaft, daß dort, wo jetzt Flachland Norddeutschlands ist, dereinst das Meer geherrscht hat, und daß all dies Land langsam angespült oder angeschwemmt worden ist.

Nennt man daher die Veränderung der Oberfläche der Erde, welche wir als die Wirkung der plötzlichen

Wasserfluthen bezeichnet haben, die Aufschwemmung eines Landes, so wird die noch jetzt existirende und stets vor sich gehende Veränderung der Erdoberfläche durch den Lauf der Flüsse, die Bewegungen des Meeres und die Strömungen und Wendungen seiner Gewässer mit dem Namen der Anschwemmung neuen Landes bezeichnet.

XXVII. Wie alt ist der gegenwärtige Zustand der Erde?

Nachdem wir so die Veränderungen der Erdoberfläche in flüchtigem Umriß dargelegt haben, wollen wir für jetzt eine Frage beantworten, die sicherlich schon vielen unserer Leser nahe getreten ist. Es ist die Frage über das Alter der Erde oder mindestens über die Zeitdauer der einzelnen Zustände, die wir hier angeführt haben.

Die Antwort auf diese Frage ist durchweg sehr unbestimmt, gleichwohl wollen wir den kleinsten Theil der Frage soweit zu beantworten suchen, als Männer der strengsten Forschung sich Antworten hierauf erlaubt haben.

Es ist eine Thatsache, von der sich Jeder selbst überzeugen kann, daß all' die Unterschiede, die wir zwischen festen, flüssigen und luftförmigen Körpern machen, nur wirklich existiren bei einem bestimmten Grad der Wärme, daß aber, sobald die Wärme sich ändert, auch der Zustand der Körper ganz anders wird.

Diejenigen Menschen, die in heißen Ländern geboren sind, wo es niemals friert, die können sich keine Vorstellung davon machen, daß aus Wasser ein fester Körper werden kann; wir dagegen wissen aus Erfahrung, daß wenn man dem Wasser Wärme entzieht, es zu Eis wird, also zu einem harten Körper, der alle Eigenschaften fester Körper an sich und alle Eigenschaften flüssiger Körper verloren hat. Denken wir uns wieder Wesen, die nur in solchen Gegenden leben, wo es Jahr aus Jahr ein friert, so werden sie, wenn sie noch keine andere Erfahrung gemacht haben, es nicht begreifen, daß Eis, dieser starre feste Körper, jemals flüssig sein kann. Wasser ist also unter dem Gefrierpunkt ein fester Körper, über dem Gefrierpunkt ein flüssiger Körper. Erhitzt man aber gar Wasser bis zu 80 Grad, so wird daraus ein luftförmiger Körper, ein Gas, welches, so lange es in dem heißen Zustande verbleibt, alle Eigenschaften der gasförmigen Körper besitzt.

Man hat aber durch die Erfahrung erlernt, daß es mit allen Körpern so geht wie mit dem Wasser. Man kann Metalle so lange erhitzen, bis sie flüssig werden, und sie bei weiterer Erhitzung sogar in Dampf verwandeln. Es unterliegt ebenso gar keinem Zweifel, daß man Gase durch Kälte oder Zusammenpressen tropfbar flüssig machen und diese Flüssigkeit in noch höherer Kälte zum Gefrieren, das heißt zum Fest- und Hartwerden, bringen kann.

Wer dies einsieht, der wird sich leicht die Vor-

stellung machen können, daß alles Festwerden auf der Erde nur von dem wachsenden Grade der Kälte herrührt, die im Weltraume herrscht. Gelangte die Erde einmal in einen Weltraum, der einen sehr hohen Grad von Wärme besitzt, oder würde die innere Wärme der Erde durch irgend einen Umstand sich in hohem Maße steigern, so würden alle festen Körper flüssig, alle flüssigen Körper luftförmig werden; ja, die ganze Erde würde sich in Gas verwandeln und sich dabei ausdehnen und einen viel tausendmal größern Raum einnehmend durch den Weltraum wandeln.

Alle Naturforscher hegen die Vermuthung, daß wirklich die Erde dereinst solch ein ungeheurer luftförmiger Körper gewesen sei, daß sie erst nach und nach durch Erkalten im Weltraum zu einem feurigen flüssigen Körper geworden sei, und daß dann erst die Zeit eintrat, wo durch weitere Abkühlung die obere Rinde erstarrte und eine feste Hülle über dem noch flüssigen Kern sich bildete, wie wir dies bereits angeführt haben.

Fragt man nun nach dem Alter der Erde, so hat man auch nicht den geringsten Maßstab dafür, wie lange Zeit sie wohl im gasförmigen Zustande existirt haben mag. Eben so wenig weiß man etwa anzugeben, wie lange die Erde in feurig-flüssigem Zustande zugebracht habe; dahingegen hat man schon einigen Anhalt über die Dauer der Zeit, welche das Erkalten und Erstarren der Rinde gebraucht haben mag, und darf schon von einigen Vermuthungen über die Zeit sprechen, in welcher

das Wasser die Gesteine ansammelte, feste Erdschichten ausschwemmte und ganze Landstrecken anschwemmte.

Alle diese Angaben sind zwar außerordentlich unsicher und haben nur das Recht, als entfernte Vermuthungen angesehen zu werden; wir wollen sie jedoch als solche unsern Lesern nunmehr vorführen.

XVIII. Wie lange Zeit brauchte die Erdrinde, um zu erkalten?

Man hat Versuche über die Abkühlung großer Gesteinmassen gemacht, um einigermaßen die Zeit der Abkühlung zu bestimmen, welche die Erde brauchte, um eine 25 Meilen dicke Schicht zu erhalten; allein es schreitet die Abkühlung der Massen, je größer sie sind, desto langsamer fort, und es hängt die Abkühlung so enge mit der Fähigkeit der Massen, die Wärme zu leiten, zusammen, daß man jeden künstlichen Versuch dieser Art vergeblich nennen muß. — Indessen bietet die Natur selbst die Gelegenheit dar, die außerordentlich langsame Abkühlung großer heißer Steinmassen zu beobachten.

Die Vulkane, wenn sich in ihnen ein Weg gebahnt hat aus dem Innern der heißen Erde nach außen hin, speien unter Krachen und Tosen Rauchsäulen, Flammen und Aschenregen aus und das Ende dieser furchtbaren Naturerscheinung ist gemeinhin, daß aus irgend einer

Spalte des feuerspeienden Berges oder über den niedrigsten Rand des Kraters ein Strom geschmolzenen Gesteins sich ergießt, der aus dem Innern der Erde emporquillt und in langer Strecke hin ins Thal fließt.

Wenn dieser feurige Strom erkaltet, so wird er zu Stein, den man Lava nennt, und eine Untersuchung der Lava in neuerer Zeit hat ergeben, daß sie aus denselben Gesteinarten besteht, die die harte Rinde um die Erde bilden. Die Verschiedenheit der Lava hängt von der Verschiedenheit ihrer Erkaltung ab. So werden kleine Massen, die außerordentlich schnell erkalten, zu dem schwammartig gebauten Bimsstein, während langsamer abkühlende Massen festeres Gefüge annehmen.

Wo aber Lava in großen Strömen sich ergossen hat, und in irgend einer Vertiefung des Thales in dicker Lage vorhanden ist, da hat man gute Gelegenheit, die außerordentlich lange Zeit zu beobachten, die es dauert, bevor auch nur die Lava bis in eine Tiefe von zwei Fuß erstarrt.

Der Reisende, der diese Stätten lange Jahre nach dem Ausbruche des Vesuvs bei Neapel besucht, wird durch den kundigen Führer überrascht, der seinen Stock hineinbohrt in die Lava, auf welcher man herumwandelt und ihn nach einiger Zeit verkohlt wieder herauszieht. — Lava, die zehn Jahre lag, von oben vollkommen erstarrt war und nicht im mindesten verrieth, daß sie inwendig noch heiß ist, fing zu fließen an, als man den Rand abstach, so daß es sich ergab, wie sie in einer Tiefe von fünf Fuß noch vollkommen flüssig war. Man

hat ferner die Bemerkung gemacht, daß zwanzig Jahre nach dem Austritt aus dem Innern der Erde die Lava noch Dämpfe verbreitet, was offenbar von dem hohen Grade der Hitze zeugt, die im Innern der Lavalage herrscht, selbst wenn sie von außen vollkommen die natürliche Wärme der Luft angenommen hatte.

Obwohl man nun noch nicht das Gesetz genauer hat bestimmen können, wie langsam die Abkühlung solcher großen Massen vor sich geht, so hat man doch den einen Schluß daraus gezogen, daß eine Lage von 25 Meilen eine ungeheuer große Reihe von Jahrmillionen gebraucht haben muß, um so weit zu erkalten, daß sie von dem flüssigen Zustande in den festen übergehen konnte.

Dies ist freilich eine sehr unbestimmte Vorstellung, die man sich von der Zeit der Abkühlung der Erde zu machen hat, oder von der Zeit, in welcher sich die feste Rinde bildete von den Gesteinen, die man die Feuerbildungen nennt. — Eine etwas bestimmtere Zahl weiß man schon von der Zeit anzugeben, wo sich Gesteinmassen unter dem Wasser gebildet haben mögen.

Wir haben es bereits erwähnt, daß das Land, wo die häufigsten Anschwemmungen stattfinden, Aegypten ist, und dieses Land kennt man schon seit Jahrtausenden, indem man Schriften besitzt, die über dasselbe Aufschluß geben, aus der Zeit des hohen Menschenalterthums. Zugleich besitzt Aegypten Baudenkmäler, deren Erbauungszeit ziemlich sicher anzugeben ist, und es haben daher Naturforscher zu ermitteln gesucht, um wie viel der Boden Aegyptens, durch die Ablagerungen von Erd-

theilchen, die der Nil alljährlich mit sich führt, höher geworden ist, seit jener Erbauungszeit der Denkmäler. Die Untersuchung hat ergeben, daß es mindestens zwanzigtausend Jahre dauert, bevor der Boden durch Wasserablagerungen nur hundert Fuß höher wird, und wenn dies einen Schluß auf die Wassergebilde die eine Gesteinschale um die Erde bilden, zuläßt, so hat es an zehn Millionen Jahre gedauert, bis diese zu der Mächtigkeit anwuchsen, die man jetzt findet.

XIX. Geschehen diese Veränderungen der Erde zufällig oder planmäßig?

Mit dem thatsächlichen Theile unseres Thema's sind wir insoweit zu Ende, daß wir zum Schlusse kommen können. Wir müssen jedoch, bevor wir zu einem andern Gebiete der Naturwissenschaft übergehen, die Aufmerksamkeit unserer Leser noch für einige wichtige Fragen und ernste Betrachtungen in Anspruch nehmen.

Die erste Frage, die man sich vorzulegen hat, ist wohl die: hat man sich die Reihe der Veränderungen, die mit der Erde vorgingen und vorgehen, wirklich als ein Leben der Erde vorzustellen; also eine Entwickelung, welche fortschreitet nach bestimmtem Plan und Gesetz, oder sind diese Veränderungen rein zufälliger Natur? Hat man in der Zukunft noch eine regelmäßig vor sich gehende Veränderung der Erde zu erwarten, oder steht

eine plötzliche unberechenbare und nicht im Plan der bisherigen Geschichte der Erde liegende Umwälzung derselben, sei es in naher, sei es in später Zeit, bevor?

Diese Frage ist auf dem strengen Wege der Naturforschung noch nicht zu beantworten. Wir sind im Ganzen noch viel zu wenig in das wirkliche Wesen der Erde und die Geschichte derselben eingedrungen, um die Entscheiduug dieser Frage mit den erforderlichen Beweisen zu belegen. Aber es haben die Naturforscher neuester Zeit aus gegründeten Vermuthungen den Schluß gezogen, daß in den Veränderungen, die mit der Erde vorgingen, eine Entwickelung und zwar eine regelmäßig vor sich gehende Entwickelung liegt, und dadurch ist man auf ganz andere Vorstellungen von der Natur gekommen, als man in früherer Zeit annahm.

Sonst nahm man das Pflanzen- und Thierreich als das Lebende in der Natur an, und betrachtete das Erd- und Gesteinreich als den todten Theil der Natur; gegenwärtig jedoch greift die Ansicht immer mehr Platz, daß in der Natur nichts todt sei, daß alles lebe, und daß nur die Art des Lebens verschieden sei für den ganzen Himmelskörper, für den in ihm sich befindenden Stein, für die auf ihm wachsende Pflanze, für das unter den Pflanzen herumwandelnde Thier und für das über die Thiere geistig hervorragende vernunftbegabte Wesen. Man nimmt jetzt eine Stufenreihe des Lebens an, die fortschreitet und in welcher die Stoffe der Natur nur wechseln, um nach und nach alle Stufen des Lebens durchzumachen und dann wieder zu einem andern Grad

des Lebens überzugehen. Wenn dem so ist, so kann man das ganze Dasein der Erde ein lebendiges nennen, und das, was man im gewöhnlichen Sinne Lebendiges auf ihr findet, nur als Erscheinung des Erdlebens selber ansehen.

Wir haben bereits angeführt, daß es ein Zeichen des Lebens der Erde ist, wenn aus ihr durch heiße Quellen und Vulkane fort und fort Wärme ausströmt, und sie seit zweitausend Jahren nicht kälter geworden ist, weil sich in ihr wieder Wärme erzeugt; wir haben bereits erwähnt, wie es ein Zeichen des Lebens ist, wenn das Feuer im Innern der Erde, das Berge aufthürmt, grade der Wirkung des Wassers, das die Berge alle ebnet, entgegenarbeitet; wie die Luft, die ewig das Wasser im Kreise umhertreibt, es als Dunst in die Höhe aufnimmt, als Wolke, als Nebel, als Regen, als Schnee oder Hagel wieder fallen läßt, eine Arbeit des Lebens verrichtet, ohne welche alles, was man sonst Leben nennt, unmöglich wäre. — Ist dem aber also, so hat man das Recht, die Erde sich in fortwährender Thätigkeit eines Gesammtlebens vorzustellen, in welchem das Einzelleben nur eine einzelne Erscheinung aus der Gesammtheit ist.

Man wird in dieser Vorstellung noch mehr bestärkt, wenn man sieht, daß es nicht ein bloßer Zufall ist, daß die Erde im Innern einen feurigen Kern hat, daß dieser von einer harten Gesteinschale umgeben ist, daß diese vom Wasser umspült und daß das Wasser und das Land wieder von einem Luftmeer umhüllt ist, welches das stets

in die Tiefe sinkende Wasser nöthigt, stets in die Höhe zu steigen, die Berge zu bespülen und zu vernichten, um dem Berge bildenden Feuer im Innern der Erde entgegen zu arbeiten. Es kann dies, sagen wir, nicht zufällig auf der Erde so sein, wenn man bemerkt, daß es eben so auf andern Planeten der Fall ist.

Auf dem Planeten Venus haben die Astronomen Beer und Mädler Berge entdeckt, durch welche man die Umdrehung dieses Planeten um seine Axe zu nahe 24 Stunden zu bestimmen vermochte. — Auf dem Planeten Mars sieht man Flecken, die unzweifelhaft von Meeren herrühren, und man gewahrt an den Polen dieses Planeten große hellleuchtende Eismassen, die sich ansammeln an dem Pol in der Zeit, wo daselbst Winter ist, während sie zusammenschmelzen zur dortigen Sommerzeit. — Auf dem Jupiter sieht man sehr deutlich Wolken zu beiden Seiten des Aequators, die unsern Passatregen entsprechen. All' das sind Beweise, daß fast gleiche Umstände, wie sie auf der Erde herrschen, auch auf anderen Planeten stattfinden; ist dem aber so, so liegt ein inneres Gesetz dem allen zu Grunde, das in der Natur der Planeten wirksam ist und das demnach mit zum Dasein, zum Leben der Planeten gehören muß.

XX. Haben wir noch eine Umwälzung der Erde zu erwarten?

Noch größere Wahrscheinlichkeit gewinnt die Annahme, daß der Zustand der Erde ein wirklich entwickelter fortschreitender und also auch den Charakter des Lebens an sich tragender ist, durch folgenden Umstand.

Vor Allem steht es fest, daß nach und nach mit der Entwicklung der Erdschichten auch eine Entwicklung der Thier- und Pflanzenwelt stattgefunden hat, und zwar eine Entwicklung von niedrigen Gattungen zu höhern. In den Versteinerungen, die man in der Erde auffindet, spricht sich dies sehr deutlich und unumstößlich aus. Die ältesten Ueberreste von Pflanzen und Thieren zeigen uns, daß zuerst Pflanzen der untersten Gattung vom einfachsten Bau existirten, daß die ältesten Thiere die unausgebildetsten waren, die, wie z. B. die Polypen, nur pflanzenartig leben. Je jünger die Erdschichten sind, die man untersucht, desto entwickelter und vollkommener werden die Pflanzen und die Thiere; bis man endlich in der jüngsten Erdschicht die Spuren findet, daß der Mensch, das vollkommenste der lebenden Geschöpfe, ein Bewohner der Erde wird. Der fortschreitende Charakter der Pflanzenwelt und Thierwelt seit der ältesten Zeit bis auf die Gegenwart ist so unzweifelhaft in den Ueberresten ausgeprägt, daß kein einsichtiger Mensch mehr zweifelt, daß hier wirklich ein Fortschritt von einfachsten und unausgebildetsten Organismen

zu vielfältigern und ausgebildetern stattgefunden hat. Nun aber hält dieser Fortschritt genau mit den Veränderungen des Zustandes der Erde Schritt: eine höhere Pflanzengattung, eine höhere Thiergattung tritt immer erst auf, nachdem eine weitere Veränderung mit der Erde vor sich gegangen ist. Man sieht, daß die Erde mit jeder neuen Epoche erst immer die Fähigkeit erhielt, neue und ausgebildetere lebende Wesen aus sich zu entwickeln oder, wenn man will, auf sich zu erhalten. Jedenfalls geht hieraus hervor, daß die Veränderungen der Erde mit dem Leben auf der Erde im engsten Zusammenhange stehen und daß ein Fortschreiten und eine immer höhere Ausbildung der Pflanzen- und Thierwelt auch genau mit einer Fortschreitung und einer höhern Ausbildung der Erde selber Hand in Hand geht. Dies aber ist ganz und gar der Charakter des Lebens, eine Veränderung, die zugleich eine Entwickelung ist aus einem unausgebildeten Zustand in einen höhern und vollendeteren.

Freilich drängt sich hiernach die Frage auf: wenn all' die bisherigen Veränderungen der Erde eine stufenweise Entwickelung ihres Lebens waren, wird diese Entwickelung nicht auch weiter gehen? Darf man annehmen, daß die jetzige Thier- und Pflanzenwelt die vollendetste ist, wenn man sieht, daß sie erst nach und nach sich entwickelt hat, und also gar nicht zu vermuthen steht, daß sie sich nicht noch weiter entwickeln kann? Der Mensch ist in jetziger Zeit das vollendetste der Geschöpfe auf Erden. Es hat aber eine Zeit gegeben, wo noch

keine Menschen auf Erden lebten, und damals waren ohne Zweifel die Affen die geistig reichsten Geschöpfe; ist es nicht wahrscheinlich, daß dereinst, wenn auch erst nach Jahrtausenden oder Jahrmillionen neue und zwar höhere Geschöpfe auf Erden leben werden, gegen welche das Menschengeschlecht der Jetztzeit so tief steht, wie etwa das Affengeschlecht gegenüber dem jetzigen Menschengeschlecht?

Auf diese, sicherlich sehr ernste und wichtige Frage weiß die Naturwissenschaft keine sichere Antwort. Wir wissen nur zwei Dinge, die zu einem Schluß über diese Frage Berechtigung geben.

Erstens haben sich die Naturforscher unendliche Mühe gegeben, um auszuspüren, ob die Erde noch jetzt irgendwie neue Geschöpfe hervorbringt, und dies ist durchaus nicht gelungen, nachzuweisen. Eine Zeitlang glaubte man, daß die Infusorien die außerordentlich kleinen Thierchen, die millionen- und millionenfach entstehen, wenn man Pflanzen mit Wasser übergießt und diesen Aufguß einige Tage stehen läßt, neue Geschöpfe sind, die ohne Zeugung, ohne Eltern neu entstehen, und wirklich nahm man dies als einen Beweis der noch existirenden Schöpferkraft an. Indessen hat der fleißigste Beobachter der Infusorien, Professor Ehrenberg in Berlin, die Annahme als Irrthum nachgewiesen. Es steht jetzt fest, daß diese Geschöpfe nicht neu aus faulenden Pflanzenstoffen entstehen, sondern daß sie sich aus Eiern entwickeln, die auf den Pflanzen und in dem Wasser in großer Zahl vorhanden sind. — Jedenfalls ist es

eine unbestreitbare Thatsache, daß irgend eine noch jetzt thätige Schöpferkraft der Erde, die neue Geschöpfe hervorbringt, nirgend hat nachgewiesen werden können.

Entwickelt sich aber dennoch die Erde und soll sie dennoch höhere Gattungen von Geschöpfen hervorbringen, als der Mensch jetzt ist, so dürfen wir zweitens nicht vergessen, daß der Mensch selber noch unendlich höherer geistiger Entwicklung fähig ist und daß seine geistige Entwicklung fortschreitet, daß es also gerade nicht neuer Geschöpfe bedarf, um höhere Wesen zu erzeugen. Bei dem natürlichen Triebe des Menschengeschlechts, sich geistig weiter und weiter heranzubilden, bei dem unbesiegbaren Streben, die Erkenntniß zu bereichern, ist mindestens nicht nothwendig anzunehmen, daß eine neue Gattung Geschöpfe zu entstehen braucht, die einen Fortschritt gegenüber der Menschheit bildet.

XXI. Ist eine einstmalige Rückbildung der Erde denkbar?

Wir haben noch eine der wichtigsten Fragen in Betreff des Erdlebens zu beantworten.

Wenn es ausgemacht ist, daß die Erde ehedem einen ganz andern Zustand hatte, wenn es wahr ist, daß sie dereinst vor vielen Jahrmillionen nur eine ungeheure gasförmige Kugel war, die nach und nach sich verdichtete und feurig-flüssig wurde, bis ihre Oberfläche

sich abkühlte und eine harte Gesteinrinde bildete, auf welcher wir und mit uns die Thier- und Pflanzenwelt die Wohnstätte haben; so fragt es sich, ob sie nicht dereinst wieder in jenen Urzustand zurückkehren wird.

Eine natürliche Logik sagt uns, daß Alles, was mit der Zeit entsteht, auch mit der Zeit vergeht, daß ein Ding, welches nicht von Ewigkeit her immer dieselbe unveränderliche Gestalt gehabt hat, auch nicht in die Ewigkeit hin seine Gestalt unverändert beibehalten wird. Aber wenn wir auch dieser Logik nicht trauen wollten, so lehrt uns doch die Erfahrung, daß in allen Dingen des Daseins ein Kreislauf der Veränderungen stattfindet, daß die Pflanzen aus Urstoffen entstehen, daß die Thierwelt den Stoff ihres Leibes aus den Pflanzen entnimmt, daß aber der Thierkörper wieder zerfällt und seine Stoffe wieder zu Urstoffen und deren einfache Verbindungen werden. Hiernach also fragt es sich mit Recht, wird nicht einst die Erde, die „ein Tropfen am Eimer", eben nur ein geringes Glied in der unendlich großen Familie des Weltalls ist, wird sie nicht einst in den Urzustand zurückkehren, in welchem sie dereinst gewesen ist? Wird nicht wieder eine Rückbildung der Erde stattfinden, wie einst eine Entwickelung und Bildung derselben stattgefunden hat?

Will man auf diese Frage eine Antwort geben und hierbei sich nicht von Gefühlen und Phantasien, sondern von den Spuren leiten lassen, die die bisherige Naturforschung bietet, so muß man seinen Blick aufwärts zum Himmelsraum wenden, woselbst die andern Weltkörper

ihr Licht als ein Zeichen ihres Daseins zu uns herabsenden. Die Erde, ein kleines Glied dieser unendlichen Weltfamilie, hat sicherlich unter einer so unendlich großen Zahl von Himmelskörpern viele, die ein gleiches Schicksal mit ihr theilen, und da schwerlich alle Himmelskörper gleichen Alters mit ihr und untereinander sind, so ist es wohl möglich, daß wir unter den Sternen viele erblicken werden, die auf eine Rückbildung oder Auflösung von Himmelskörpern schließen lassen.

Die nächsten Sterne, auf die wir hier zu blicken haben, sind ohne allen Zweifel die Planeten, die, wie wir bereits angeführt haben, in der Bildung ihrer Oberfläche viel Aehnlichkeit mit der Erde besitzen; allein bisher sind alle Untersuchungen darüber, ob schon einmal Planeten vorhanden waren, die sich wiederum aufgelöst haben, oder ob die jetzt existirenden Planeten Spuren ihrer Auflösung zeigen, vergeblich gewesen. — Noch vor Kurzem nahm man meisthin an, daß die kleinen Planeten, die zwischen Mars und Jupiter ihren Umkreis um die Sonne nehmen, nur Bruchstücke eines zerstörten großen Planeten seien, der durch äußere und innere Veranlassung zersprengt worden ist. Man hätte also hier wohl ein Beispiel des Untergangs eines Himmelskörpers, welcher ohne Zerstörung alles Lebens auf demselben nicht vor sich gehen konnte. — Allein in neuerer Zeit ist man mit Recht von der ganzen Vorstellung zurückgekommen, daß die kleinen Planeten Bruchstücke eines größeren seien. Schon vor dem Jahre 1845, bis wohin man nur die in diesem Jahrhundert

entdeckten vier kleinen Planeten kannte, vermochte man nicht einzusehen, woher die große Verschiedenheit der Bahnen der kleinen Planeten stammen sollte, wenn sie die auseinander gesprengten Bruchstücke Eines Planeten wären; seit dieser Zeit aber, also in den letzten zwanzig Jahren, wo noch viel neue kleine Planeten in dieser Himmelsgegend entdeckt worden sind, ist die Möglichkeit, daß sie Bruchstücke eines einzigen Himmelskörpers seien, ganz und gar geschwunden; ihre Entfernungen von der Sonne weichen so außerordentlich stark von einander ab, daß man gegenwärtig jeden Gedanken aufgeben muß, in den kleinen Planeten Reste eines zerstörten größern Planeten zu sehen, und nur annehmen kann, daß sich hier ursprünglich aus unbekannten Ursachen statt eines großen Planeten eine große Reihe einzelner kleiner Planeten gebildet habe.

Außer diesem Raum aber, wo die kleinen Planeten ihre Bahnen haben, giebt es im Planetensystem, vom Merkur, der der Sonne am nächsten ist, bis zum Neptun, dem der Sonne fernsten Planeten, keinen Platz, wo man Spuren eines untergegangenen Planeten zu suchen hat, und man kann sich daher nur in der Welt der Kometen und im Reich der Fixsterne umthun, um zu sehen, ob dort Spuren des Entstehens und Vergehens vorhanden sind.

Dies wollen wir, unser Thema beschließend, in den nächsten Abschnitten vornehmen.

XXII. Veränderungen, die man an den Kometen beobachtet.

Wenn sich irgend wie unter den Körpern des Himmelsraumes solche finden, die Veränderungen an sich tragen, welche man für Zeichen des Entstehens und Vergehens halten könnte, so sind es die Kometen.

Ihre Masse ist so wenig dicht, daß sie vollkommen durchsichtig sind; man sieht die schwächsten Sterne, vor denen Kometen vorübergehen, ganz so deutlich, als wären die Kometen nicht vorhanden. Dabei verändert sich die ganze Gestalt des Kometen, je mehr er sich der Sonne nähert. Die Masse lockert sich noch mehr auf und nimmt eine längliche Gestalt an, wobei sich oft Schweife von ungeheurer Länge ausbilden, von denen einer meist nach der Sonne hin und der andere von der Sonne abgewandt sich zeigt. Ferner hat man in Kometen eine Art Aufflackern, ein Wallen des Lichtes, ein Strahlenschießen bemerkt, das augenblicklich viele tausend Meilen weit geht und die ganze Gestalt des Kometen höchst veränderlich zeigt. Desgleichen hat man beobachtet, daß Kometen von langer Umlaufszeit, wie der Halley'sche, der in siebzig Jahren seine Bahn vollendet und den sicherlich viele unserer Leser im Jahre 1835 gesehen haben werden, bei ihrem Wiedererscheinen kleiner geworden sind, als sie zuvor erschienen sind.

Diese Umstände, zu denen noch andere hinzukommen,

haben Viele veranlaßt anzunehmen, daß die Kometen aus dem Stoffe entstehen, den man den Urstoff der Weltkörper nennt, der sich luftartig ausdehnt, der sich aber unter Umständen verdichten, und dabei flüssig feurig, und dessen Oberfläche sodann durch Erkalten hart werden und eine kalte Schale erhalten kann, gleich der, welche die Erde jetzt hat. Von dieser Voraussetzung ausgehend, haben daher Viele in den Veränderungen der Kometen die Zeichen eines Dichterwerdens, also den Anfang eines Entstehens von festen Himmelskörpern, Viele wieder gerade ein Zeichen der Auflösung von Himmelskörpern darin gesehen, so daß die Kometen zumeist die Gegenstände wurden, mit denen die Phantasie ihr vielgestaltiges Spiel am leichtesten treiben konnte.

Wissenschaftlich indessen hat sich von all' dem noch nichts feststellen lassen. Im Gegentheil ist es mit vollster Zuversicht erwiesen worden, daß die Kometenmasse nicht luftförmig ist, weil sie keine Brechung des Lichtes veranlaßt, was bei luftförmigen Massen der Fall ist und sein muß. Die Veränderungen, die sich in Kometen zeigen, sobald sie der Sonne näher kommen, haben den scharfsinnigsten der Naturforscher, Bessel, zu dem Resultat geführt, daß dies eine Art Polarität der Materie sei, auf welche die Sonne theils eine Anziehung, theils eine Abstoßung ausübt; und das Kleinerwerden, das man an Kometen beobachtet haben will, das bald als ein Zeichen der Auflösung, bald als ein Zeichen der Verdichtung, also der eigentlichen Heranbildung

angesehen wurde, hat sich zum großen Theil als eine Täuschung der Sinne ergeben, und nur von der Stellung herrührend, welche die Erde zufällig zum längsten Durchmesser der Kometen eingenommen hatte*).

Der so natürliche Wunsch der Menschen, die Natur in ihrer Werkstatt zu belauschen und ihr Werden oder ihr Vergehen mit eignem Auge zu beobachten, hat oft viele selbst verdienstvolle Naturforscher auf Wege verleitet, in welchen es ihnen leicht wurde, in der Natur das zu sehen, was sie gerne sehen mochten, und so ist es auch mit den Kometen der Fall gewesen. Allein die nüchterne Beobachtung Andrer, die von solchen Schwächen frei waren und nur Thatsachen, die jeder strengen Prüfung Stand halten, zum Maßstab ihrer Schlüsse genommen haben, hat bisher noch immer jene Liebhaberideen vernichtet, die gerade mit den räthselhaften Himmelskörpern, den Kometen, ein leichtes Spiel getrieben haben. Von allen Thatsachen, die man aus der Kometenwelt hergeholt hat, um das Entstehen und Ver-

---

*) Die neuesten Entdeckungen über das Wesen der Kometen weisen ganz entschieden die Annahme zurück, daß diese Himmelskörper aus Urmasse beständen und in der Bildung begriffene Erden seien. Vielmehr steht es hiernach fest, daß sie aus Haufen kleiner Himmelskörperchen zusammengesetzt sind, die sich in bestimmten Bahnen um die Sonne bewegen und durch die Anziehung der Sonne und der Planeten, denen sie nahe kommen, noch mehr zerstreut und aufgelöst werden. Ausführliches über diese Entdeckungen werden wir dem Leser im letzten Bändchen unserer Volksbücher mittheilen.

gehen von Himmelskörpern zu beweisen, sind indessen drei Erscheinungen anzuführen, die wirklich die Möglichkeit theils einer Auflösung von Himmelskörpern, theils einer Veränderung ihres ganzen Wesens wahrscheinlich machen.

Die eine dieser Thatsachen ist, daß ein Komet, dessen Bahn der Direktor der Berliner Sternwarte Encke berechnet hat und der deshalb auch der Encke'sche Komet genannt wird, erweislich mit jedem Umlauf um die Sonne dieser näher rückt, so daß seine Bahn eine Art Spirale bildet, die endlich bis in die Sonne hineinführt. Der Grund dieser Erscheinung sei welcher er wolle, so steht jedenfalls so viel fest, daß dieser Komet langsam seinem Untergange entgegen geht, indem er dereinst in die Sonne stürzen wird.

Die zweite Thatsache ist, daß vor Jahren ein großer Komet dem Planeten Jupiter so nahe kam, daß die Anziehungskraft Jupiters den Kometen vollständig von seiner Bahn ablenkte und ihm eine ganz andere Bahn gab, die er bis dahin nicht hatte. Nachdem der Komet in seiner neuen Bahn zweimal um die Sonne gelaufen war, kam er dem Jupiter wieder zu nahe und erlitt durch dessen Anziehungskraft wieder eine solche Ablenkung von der neuen Bahn, daß er diese wiederum verlassen und fortan in einer ganz andern Bahn von ganz anderer Form die Sonne umkreisen muß.

Die dritte Thatsache ist höchst wunderbarer Art und hat sich, man möchte sagen, fast unter unsern Augen begeben. Im Jahre 1845 war der Biela'sche Komet,

der in circa sechs Jahren um die Sonne läuft, sichtbar. Der amerikanische Astronom Maury in Washington machte die Entdeckung, daß der Komet deutlich zwei Kerne zeige und daß diese sich von einander trennen und also aus einem Kometen sich zwei Kometen zu bilden scheinen. Anderweitige Beobachtungen, die bis zum März 1846 fortgesetzt werden konnten, bestätigten nicht nur diese Wahrnehmung, sondern ergaben ganz unzweifelhaft, daß wirklich eine Theilung eines Himmelskörpers dort stattfinde. Mit der größten Spannung harrten die Beobachter auf das Jahr 1852, wo dieses Naturwunder wieder sichtbar sein müßte. Allein man wußte, daß die Stellung des Kometen für dieses Mal der Beobachtung sehr ungünstig sein würde und mußte es der angestrengtesten Sorgfalt überlassen, hier noch Beobachtungen anzustellen. Nur auf zwei Sternwarten, zu Rom und zu Pulkowa, gelang es, des Kometen in der Morgendämmerung ansichtig zu werden; aber diese Beobachtungen genügten, um zu beweisen, daß die Theilung in der Zwischenzeit weiter vor sich gegangen und ein Kometenpaar statt eines einzelnen nunmehr die Rundreise um die Sonne macht.

Dies wären nun freilich Thatsachen, von denen die eine einen Beweis der vollkommensten Umgestaltung einer Bahn eines Himmelskörpers und die andere sogar die Wahrscheinlichkeit des Untergangs eines solchen darbietet; allein daß diese durch äußerliche Einflüsse hervorgerufene Veränderung und mögliche Vernichtung nicht die ist, welche wir als Beispiel in Himmelskörpern suchen,

ist klar, sondern daß wir die Aufgabe haben, darzuthun, ob die Erde jemals durch innere Umgestaltung ihre Auflösung erreichen wird, und ob in der Kometenwelt solche Beispiele von innerer Veränderung und Auflösung vorhanden sind. Freilich geht die dritte Thatsache scheinbar auf eine solche innere Umgestaltung hinaus; allein als maßgebend für das Schicksal der Erde kann man die wunderbare Theilung eines Kometen schon deshalb nicht annehmen, weil die Anziehungskraft der Erde eine solche als reine Unmöglichkeit ihres einstigen Schicksals herausstellt.

XXIII. Das Entstehen und Vergehen der Fixsterne.

Das Entstehen und das Vergehen von Himmelskörpern hat man durch Beispiele aus der unendlichen Zahl der Fixsterne schon mit scheinbar günstigerm Erfolge zu beweisen gesucht.

Freilich senden die Fixsterne nur ihr Licht zu uns, ohne sonst über ihre Natur und ihr Dasein etwas zu verrathen. Es ist sehr leicht möglich, daß ein Fixstern nur für unser Auge verschwindet, wenn er aufhört, Licht auszuströmen, ohne daß er wirklich aufhört zu existiren, ohne daß er sich auflöst. Man hat sogar in neuerer Zeit sicher nachgewiesen, daß es dunkle Himmelskörper giebt, die wir niemals sehen, und es ist auch nicht zweifelhaft,

daß ein Fixstern aus dem leuchtenden Zustande in einen nicht leuchtenden übergeht, ohne deshalb wirklich seinen Untergang dadurch zu finden. — Indessen sind Beispiele derart immerhin ein Beweis einer außerordentlichen Veränderlichkeit in der Natur einzelner Himmelskörper.

Und wirklich giebt es Thatsachen dieser Art. Schon alle Sagen erzählen von Sternen, die einst hell am Himmel geleuchtet haben und verloschen sind; allein will man auf diese keinen Werth legen, so ist doch ein einziger Fall dieser Art sicher verbürgt, denn er kam zu den Zeiten des vortrefflichen Astronomen und scharfen Beobachters Tycho de Brahe vor, dessen Angaben die vollste Glaubwürdigkeit besitzen.

Im Jahre 1572 wurde Tycho durch einen Volksauflauf in Prag darauf aufmerksam gemacht, daß am Himmel plötzlich ein nie gesehener sehr hellleuchtender Stern erschienen sei. In der That war dem so. Das Licht dieses Sternes, der im Sternbild der Cassiopeja stand, übertraf alle andern Sterne und war selbst glänzender als das der Venus. Man konnte ihn, da er heller wurde, endlich am Tage und Nachts selbst bei bewölktem Himmel sehen. Der Stern blieb an seiner Stelle und war volle drei Jahre sichtbar, aber schon im Jahre 1573 nahm sein Licht allmählich ab und er verschwand endlich im Jahre 1574 vollständig und ist niemals wieder, selbst nicht durch die stärksten Fernröhre, gesehen worden.

Diesem außerordentlichen einzig dastehenden Falle reihen sich einige andere von minderer Auffälligkeit an,

wo Sterne nach und nach an Licht zunahmen und dann wieder ihren Glanz verloren, und theils gar nicht mehr, theils nur als unbedeutende schwache Sterne gesehen wurden.

Solche Thatsachen lassen freilich auf großartige, vor unsern Augen vorgehende ungeheure Veränderungen im Dasein der Himmelskörper schließen, und sind auch als Beweise, daß noch gegenwärtig eine Schöpferkraft thätig ist, die ganzen Welten ihr Dasein giebt und wieder entzieht, angeführt worden. — Allein als unumstößlich können diese Beweise nicht gelten, denn bei fast allen Erscheinungen dieser Art hat man Grund zu vermuthen, daß dieses Hellerwerden und Verdunkeln der Sterne von Zeit zu Zeit in ganz bestimmten Perioden wiederkehrt, und von uns nicht sicher zu bestimmende Ursachen hat, welche in der Natur dieses Sternes begründet sind, ohne daß er selber in seinem Dasein irgendwie neugeschaffen oder vernichtet wird.

Man hat nämlich in neuerer Zeit eine große Reihe von Fixsternen gefunden, die zu bestimmter Zeit heller zu leuchten anfangen, ihren höchsten Glanz sodann erreichen und wieder nach bestimmter Zeit an Glanz abnehmen, um wiederum nach Verlauf einer gewissen Periode an Glanz zuzunehmen. Die Lichtveränderung dieser Sterne ist also periodisch und die Erscheinungen kehren an ihnen zu genau bestimmter Zeit regelmäßig wieder. Man erklärt diese Erscheinung zum Theil durch das Umdrehen jener Sterne um ihre Axe und durch die Annahme, daß irgend ein Punkt ihrer Oberfläche ein stärkeres Licht

aussendet als der übrige Theil. Obwohl nun diese Erscheinung bei einzelnen Sternen von Umständen begleitet ist, die diese Erklärung ungenügend machen, so steht doch so viel fest, daß die Erscheinung selbst regelmäßig wiederkehrt und dies macht es wahrscheinlich, daß auch diejenigen Sterne, die aufleuchteten und wieder an Glanz verloren haben, ohne diese Lichtveränderung zu wiederholen, und nicht minder die, welche ganz und gar unsichtbar geworden sind, nicht einmalige Veränderungen verrathen, sondern Erscheinungen dargeboten haben, die sich erst in späteren Zeiten wiederholen, so daß dann auch diese Sterne als regelmäßig veränderliche werden erkannt werden.

Selbst über den außerordentlichen Stern aus dem Jahre 1572 sind Spuren vorhanden, daß er bereits in den Jahren 945 und 1260 gesehen worden sei; und ist dem so, so wird er im Jahre 1882 wieder erscheinen und den Beweis liefern, daß er nicht plötzlich entstanden und plötzlich vernichtet worden ist*).

Wir müssen uns daher zur Erörterung unserer

---

*) Die hier angeführten Erscheinungen finden ihre Erklärung in den Untersuchungen, mit welcher der Astronom Zöllner in der allerjüngsten Zeit die Wissenschaft bereichert. Wir werden diese im letzten Bändchen vorführen und dort den Nachweis liefern, daß das Aufleuchten und Dunkelwerden der Sterne Beweise dafür sind, wie in jenen Fernen dieselben Veränderungen und Umgestaltungen gegenwärtig vor sich gehen, welche die Erde in ihrer Entwickelung bereits durchgemacht hat. Beispiele für das Vergehen eines Himmelskörpers werden aber auch da vergebens gesucht.

Frage, ob am Himmel sich Spuren des Entstehens und Vergehens von Himmelskörpern zeigen, zu andern Körpern unter den Fixsternen wenden.

XXIV. „Sogenannte Nebelflecke."

Unter den Fixsternen giebt es einige, die schon dem bloßen Auge nicht wie hellleuchtende Sterne, sondern wie in einem matten Schimmer glänzend erscheinen, so daß man sie eher helle Flecke als wirkliche Sterne nennen mag. In der That werden sie „Nebelflecke" genannt und sie bieten dem Auge oft einen prachtvollen Anblick, wenn man sie in starker Vergrößerung sieht.

Obwohl nun ein großer Theil dieser Nebelflecke bei starker Vergrößerung sich als Sternenhaufen zu erkennen giebt, das heißt als Anhäufung einer ungeheuer großen Anzahl von Sternen, die man durch Fernröhre als von einander gesondert erkennt, und also offenbar ihr nebliches Ansehen nur von der großen Entfernung herrührt, haben Viele dennoch ähnliche Nebelflecke, die selbst bei den starken Vergrößerungen nicht als Sternenhaufen erschienen sind, sondern ihr nebliches Ansehen behielten, für wirkliche Nebelmassen erklärt und in diesen Nebeln den Urstoff werdender Welten erblickt, so daß wir im Himmelsraum wirklich im Stande wären, die Weltbildung in ihren verschiedensten Stadien zu belauschen.

Es waren nicht unbedeutende Männer, die diese Ansichten hegten, sondern erleuchtete Köpfe, die Zierden

der Naturwissenschaft, sprachen sich in diesem Sinne aus und glaubten in der Verschiedenheit, welche das Ansehen der Nebel darbietet, auch die verschiedenen Stufen angedeutet zu finden, auf welchen sich verschiedene von uns entfernte Welten gerade jetzt in der Geschichte ihrer Ausbildung befinden.

Allein in neuerer Zeit ist diese Anschauung gewaltig erschüttert worden. Schon Herschel (der Vater), der selber diesen Ansichten sich hinneigte, machte die Bemerkung, daß, je stärker die Fernröhre sind, die man auf den Himmel richtet, desto mehr Nebelflecke sich als Sternenhaufen erkennen lassen. Und in der That löste das große Fernrohr, das Herschel anwandte, eine beträchtliche Zahl von Nebelflecken in Sternenhaufen auf, und man erkannte, daß die Vorstellung, in diesen Nebelflecken formlosen Urstoff der Himmelskörper zu sehen, nur auf der Täuschung unseres Auges beruht, das die außerordentlich dicht stehenden Sterne nicht mehr von einander unterscheiden kann, und deshalb eine nebelartige Masse wahrzunehmen glaubt, wo gar keine ist. — Indessen entdeckte Herschel gerade durch sein starkes Fernrohr eine so große Zahl neuer Nebelflecken, die sich nicht auflösen ließen, daß er der Annahme sich hinneigte, daß einige derselben wirkliche Nebel seien, und auch er erklärte sie daher für Materien, die im Begriff sind, zu Himmelskörpern, zu Fixsternen zu werden.

Indessen hat der Sohn dieses großen Astronomen, der sich in der Wissenschaft nicht geringern Ruhm er-

worden hat, als der Vater, durch seine verbesserten Instrumente viele Nebelflecke, die Herschel, der Vater, für unauflösliche wirkliche Nebel annahm, als Sternenhaufen gesehen und hat es wahrscheinlich gemacht, daß alle übrigen sich gleichfalls als Sternenhaufen zeigen würden, wenn sich nur unsern Beobachtungsinstrumenten so bedeutende Vergrößerung, wie hierzu nöthig ist, geben ließe. — Und in der That hat der englische Lord Rosse, der das größte aller bisherigen astronomischen Fernröhre erbauen ließ und in jüngster Zeit damit seine Beobachtungen begonnen hat, in einem Privatschreiben an Alexander von Humboldt die Mittheilung gemacht, daß durch sein Instrument die letzten Zweifel beseitigt werden, indem es bis auf wenige Ausnahmen alle alten Nebel als Sternenhaufen sehen läßt. —

Ist man nun in Folge dieser Entdeckungen auf den Punkt gekommen, die vielbesprochene Ansicht von der Nebelmaterie, die den Urstoff neuer Weltsysteme bildet, in dieser Allgemeinheit fallen zu lassen und nicht mehr in allen Nebelflecken sichtbare Zeugnisse des Entstehens von Welten zu finden, so giebt es noch eine Reihe anderer Himmelserscheinungen, bei denen die Annahme weltbildender Nebel wohl berechtigt ist. Hierzu gehören die „planetarischen Nebel“. Es sind dies Flecke, die in schwachem Schimmer leuchten und in den verschiedenartigsten Formen vorkommen, indem ein Theil von ihnen rund, ein Theil länglich, streifenartig, und ein Theil vollkommen unregelmäßig erscheinen. In diesen Gebilden zeigen sich Verschiedenheiten, die am einfachsten

als Verdichtungen der Nebelmasse aufgefaßt werden können. Die runden Nebel lassen nämlich deutlich eine hellere Mitte und einen dunkleren verschwommenen Rand erkennen, dort ist also die Masse enger an einander getreten, hier noch loser mit einander verbunden. Sie werden, wie wir dies später ausführlich nachweisen wollen, am ungezwungensten als die ersten Epochen der Bildung eines Himmelskörpers aufgefaßt, für deren weitere Entwicklung die Erscheinungen der Fixsterne die sichersten Beweise liefern.

Wir finden somit in den unendlichen Himmelsräumen und seinen Millionen von Welten Beispiele für die Entwicklung von Himmelskörpern, wie wir sie in der Geschichte der Entstehung der Erde, aus der Betrachtung der Erde selbst und ihres Baues für diese angenommen haben. So wenig sicher auch die bisher in beiden Gebieten der Wissenschaft errungenen Resultate sind, ihre Uebereinstimmung stützt sie gegenseitig und verleiht den aus denselben abgeleiteten Annahmen einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit.

Und hiermit wollen wir vorerst unser Thema beschließen und zu einem andern Gegestand der Naturwissenschaft übergehen, in der Hoffnung, daß spätere Zeiten zuverlässigere Resultate über das Wesen und das Leben der Erde geben werden, als bis jetzt der Fall ist, wo sich dieser Zweig der Wissenschaft erst noch im Beginn seiner Entstehung befindet.

Das Alter des Menschengeschlechts.

I. Eine merkwürdige Entdeckung.

Die Frage, wie lange das Menschengeschlecht unsere Erde bewohnt, hat in den letzten Jahren in Folge sehr merkwürdiger Entdeckungen das Interesse und die Aufmerksamkeit der Naturforscher in höherem Grade auf sich gezogen. Die Nachforschungen nach den Spuren der Menschen wurden von vielen Seiten aufgenommen; ältere Angaben, die unberücksichtigt geblieben waren, wurden von Neuem geprüft und es entwickelte sich hieraus eine zusammenhängende Kette von Beweisen dafür, daß das Menschengeschlecht ein jede Vermuthung übertreffendes, hohes Alter habe. Wenn nun auch die Untersuchungen noch nicht als abgeschlossen anzusehen sind, die gewonnenen Resultate vielmehr zeigen, daß die Wissenschaft in dieser Frage nicht so bald zu einem sichern Schlusse kommen werde, so ist das bisher Erreichte doch von solchem allgemeinen Interesse, daß wir es versuchen wollen, im Nachstehenden einen kurzen Ab-

riß von dem gegenwärtigen Stande dieser Frage zu geben. Zu diesem Zwecke beabsichtigen wir den Leser in die Urgeschichte seines Geschlechtes einzuführen, soweit die Naturforschung hier einen Einblick gestattet.

Die Entdeckungen, welche das Interesse der Naturforscher für die Urgeschichte des Menschengeschlechtes wachriefen, waren folgende.

In den Torfmooren Dänemarks, welche eine Tiefe von 10—40 Fuß haben, entdeckten dänische Naturforscher bei ihren Nachgrabungen in den verschiedenen Schichten Baumstämme, welche in diesem Lande jetzt entweder gar nicht, oder nur vereinzelt vorkommen, die somit einer längst entschwundenen Zeit angehört haben müssen. Zwischen diesen Bäumen fanden sie nun auch Werkzeuge der verschiedensten Art und verschiedensten Materials, als unwiderlegbare Beweise, daß auch Menschen unter diesen alten Bäumen gelebt und demnach gleichfalls in jener Zeit die Erde bewohnt haben müssen.

Was diese Entdeckungen besonders werthvoll und für die Wissenschaft fruchtbringend machte, war die ganz besondere Vertheilung der Bäume und Werkzeuge in den verschiedenen übereinander liegenden Torfschichten. So enthielten die untersten Lagen Fichtenstämme, welche in den historischen Zeiten nie hier einheimisch gewesen sind. In den höheren Lagen stieß man auf Eichen, die gegenwärtig nur sehr selten gesehen werden, während die obersten Schichten die jetzt allgemein dort verbreiteten Buchen enthielten. Unter einem verbrannten Fichtenstamme lag eine Steinaxt. Zwischen den Eichen fand

man Schwerter und Schilder aus Bronze. In den obersten Schichten zusammen mit Buchen sah man Eisengeräthe und Eisenwaffen. Es waren somit hier gleichsam die Gedenk-Blätter der Menschen- und Pflanzengeschichte über einander gelagert und in ihrer zeitlichen Aufeinanderfolge die Entwickelungsstadien der menschlichen Kunst und der Pflanzenvegetation dem Studium der Nachwelt aufbewahrt. Den ältesten, längst in Dänemark verschwundenen Bäumen entsprechen rohere Werkzeuge, je näher die Pflanzen den jetzigen kommen, desto vollkommner werden die zwischen ihnen vorkommenden Kunsterzeugnisse.

Zur Zeit, als die Fichten hier wuchsen, kannten die Menschen den Gebrauch der Metalle nicht; da bedienten sie sich zu ihren Werkzeugen spitzer Steine. Mit der Eiche lebten höher entwickelte Menschen, die bereits Bronzeschwerter und Schilder verfertigten, den Werth der Metalle, ihre Zubereitungsart und ihre Zusammensetzung zu Bronze kannten. Die Bekanntschaft mit dem Eisen endlich, seine Darstellung und Anwendung gehört der jetzt lebenden Kultur an. Eisengeräthe und Eisenwerkzeuge werden nur in den Schichten gefunden, in welchen auch die jetzt in Dänemark so verbreitete Buche vorkommt.

Die Wichtigkeit dieser merkwürdigen dänischen Entdeckungen wurde sofort erkannt. Sie lag in dem unumstößlichen Nachweise, daß die Geschichte des Menschengeschlechts auch die Geschichte seiner geistigen Entwickelung ist, daß das, was spätere Menschen schufen und her-

vorbrachten, die Leistungen ihrer Vorfahren bei weitem übertraf. Gleichzeitig aber boten diese Entdeckungen die Mittel, die Geschichte des Menschengeschlechts auch in jene Gebiete der Vorzeit hinein zu verfolgen, aus denen uns keine Ueberlieferung und keine Inschrift Kunde giebt, wo die Entwicklung des Menschengeschlechts noch auf einer sehr niedrigen Stufe gestanden und der Mensch es nur verstand, durch scharfe und spitze Steine seine Feinde abzuwehren, seine einfachen Bedürfnisse roh zu befriedigen.

Daß die todten Werkzeuge unter lebendigen Bäumen gelegen, und dort aufgefunden worden, machte sie zu beredten Zeugen von der Geschichte der Menschen. Nach ihnen wurde daher die Geschichte des Menschengeschlechts in drei große Zeitalter, in die älteste oder die Steinzeit, die mittlere oder Bronzezeit und die jüngste oder die Eisenzeit eingetheilt.

Diese Thatsachen boten der Forschung ein neues Material, die Frage nach dem Alter des Menschengeschlechtes auf der Erde zu lösen. Eine große Zahl Gelehrter wandte sich den Ausgrabungen menschlicher Ueberreste und Werkzeuge aus der Steinzeit zu und ihre Arbeiten haben zu einem, wenn auch noch nicht ganz sicher festgestellten, doch wahrscheinlichen und höchst überraschenden Resultat geführt, das wir dem Leser in unsern Artikeln mittheilen wollen.

Bevor wir jedoch an die Besprechung unseres eigentlichen Themas gehen, müssen wir eine Schwierigkeit erwähnen, die unserer Art, die Geschichte zu studiren,

entgegentritt, nämlich daß so wie jetzt auf fernen Inseln Menschen existiren, denen der Gebrauch des Metalls noch ganz fremd ist, auch in den früheren Zeiten die Kulturstufe der einzelnen Menschengruppen eine verschiedene gewesen sei. Es darf uns daher nicht befremden, wenn wir in einer Gegend noch Steingeräthe finden zu einer Zeit, in welcher wir bei anderen Völkern den Gebrauch der Metalle schon längst eingeführt sehen.

So sind in den Schweizer Seen unter den ältesten Ueberresten der von Urvölkern in den Seen erbauten Wohnungen Steingeräthe gefunden worden. Das Alter dieser Bauten wird etwa auf 7000 Jahre geschätzt. Hingegen haben in Aegypten Nachgrabungen im Nildelta aus einer Tiefe von 60 Fuß eine kleine menschliche Figur in gebranntem Thon und ein kupfernes Messer zu Tage gefördert. Nun ist bekannt, daß das Nildelta durch den Schlamm des Nils, der sich jährlich niedersetzt, gebildet wird. In 100 Jahren lagert sich aus dem Nil höchstens 6 Zoll ab. Berechnen wir hiernach das Alter jener gefundenen Kunstgegenstände, so finden wir, daß die Aegypter schon vor 12,000 Jahren das Kupfer kannten und verarbeitet haben. Hier also war bereits das Metall bekannt und in Anwendung, während die Urvölker der Schweiz noch 5000 Jahre später nur Steinwerkzeuge kannten.

Welchen Maßstab wollen wir nun an die Beurtheilung des Alters irgend eines gefundenen menschlichen Werkzeuges anlegen? Die größere Kunstfertigkeit,

das Material, aus dem es gearbeitet, die Zeichen größerer Entwicklung der Kultur der Verfertiger lassen uns, wie wir eben gesehen, im Stich. Wir können nicht aus dem Umstande, daß ein Werkzeug roher ist, schließen, daß die Verfertiger derselben früher gelebt haben. Selbst wenn wir zwei Werkzeuge verschiedener Kulturperioden an ein und derselben Stelle finden, ist ein solcher Schluß unzulässig. Es könnten die roheren Werkzeuge sehr wohl von unkultivirten Völkern herrühren, die später gelebt und die älteren Kulturvölker verdrängt und vernichtet haben.

Die Wissenschaft hat daher andere Kennzeichen und Maße ermittelt, die untrüglichere Zeugnisse von dem Alter der gefundenen Menschenspuren geben. Und diese wollen wir dem geneigten Leser in einem ferneren Artikel vorführen.

II. Wie man das Alter der Menschenspuren messen kann.

Wir haben bereits einen Maßstab zur Beurtheilung des Alters menschlicher Kunsterzeugnisse und Ueberreste aus den Entdeckungen der dänischen Naturforscher kennen gelernt. Wir haben nämlich gesehen, wie sie einzig und allein aus dem Umstande, daß das Steinwerkzeug neben einer jetzt in Dänemark gar nicht vorkommenden Baumart gefunden worden, geschlossen, daß die Steinzeit die älteste gewesen.

Es ist dies in der That auch ein sehr untrügliches Zeichen für das Alter irgend einer Menschenspur, wenn dieselbe inmitten einer Pflanzenwelt angetroffen wird, die der jetzigen nicht mehr gleicht. Die Zeit, in welcher andere Pflanzen, andere Bäume wuchsen, muß nothwendigerweise sehr lange derjenigen vorhergegangen sein, in der noch jetzt vorhandene Pflanzen die Erde bedeckten. Wollen wir daher das Alter menschlicher Ueberreste und Kunsterzeugnisse ermitteln, so müssen wir auf den Charakter der gleichzeitig vorhandenen Pflanzen achten. Je geringer die Aehnlichkeit der letztern mit den jetzt wachsenden Pflanzen ist, eine desto größere Zeit ist unterdeß verflossen, desto älter sind die an denselben Orten vorgefundenen Menschenspuren.

Viel wichtiger jedoch als die Gegenwart der Pflanzen ist das gleichzeitige Vorkommen von Thieren. Fast überall nämlich, wo Menschenskelette, wo Steinwerkzeuge gefunden wurden, stieß man auch auf eine große Anzahl gut erhaltener Thierknochen. Nun kann man aus einzelnen Knochen bestimmen, nicht nur welcher Familie, sondern auch welcher Art ein Thier angehört. Daher ist es leicht festzustellen, mit welchen Thieren die Menschen zusammengelebt haben, und aus der Art der Thiere das Alter der Menschenspuren zu bestimmen.

Denn die zeitliche Aufeinanderfolge der verschiedenen Thierarten in ihrer Verbreitung über die Erdoberfläche und somit das Alter einer einzelnen Art ist durch die Untersuchungen der Naturforscher ermittelt. So ist es festgestellt, daß in früheren Zeiten in Mitteleuropa

Säugethiere gelebt haben, welche jetzt nur in den Tropenländern Asiens und Afrika's vorkommen, daß in unsern Breitengraden und noch höher nach Norden hinauf, Elephanten, Löwen, Hyänen, Rhinozerosse und Flußpferde einheimisch gewesen, die man jetzt hier nirgends findet. Es wurden ferner Säugethiere gefunden, die bereits von der Erde ganz verschwunden sind, und daher einer noch früheren Zeitperiode angehört haben müssen. Vor diesen bewohnten wieder andere Thierarten die Erde, und die Wissenschaft, welche sich mit der Erforschung der längst untergegangenen Thierwelten aus ihren Ueberresten und Versteinerungen beschäftigt, hat die Reihenfolge der ausgestorbenen und vorweltlichen Thiergeschlechter in bestimmte Zeitperioden getheilt, die nach der vorherrschenden Thierart bezeichnet ist. Diese Eintheilung giebt auch die bequemste Art, das Alter einer Menschenspur zu bestimmen.

In England, Frankreich und Deutschland sind nun eine große Anzahl von Ausgrabungen vorgenommen worden, theils zu technischen Zwecken, wie Eisenbahn-, Chaussee- und Festungsbauten, theils zu rein wissenschaftlichen Untersuchungen. Dabei fand man Menschenspuren und Steinwerkzeuge unter den verschiedensten Thierresten, die darauf hindeuteten, daß das Menschengeschlecht nicht erst mit der jetzt lebenden Thierwelt, sondern mit längst ausgestorbenen, vorweltlichen Thieren die Erde gemeinschaftlich bewohnt habe.

Die Beweise für dieses hohe Alter des Menschen sind ungemein zahlreich. Wir wollen jedoch dem Leser nur einige derselben hier vorführen.

Im Jahre 1715 war in England im Thale der Themse neben einem Elephantenzahn eine Steinwaffe ausgegraben und im londoner Museum aufbewahrt worden. Spätere Ausgrabungen an verschiedenen Orten des Themse-Gebietes haben im Ganzen ein Dutzend Steinwaffen, die alle mit Elephantenzähnen zusammen vorkamen, zu Tage gefördert.

Im Jahre 1841 entdeckte ein französischer Gelehrter bei Abbeville im nördlichen Frankreich, wo tiefe Einschnitte zu Festungsbauten gemacht wurden, Feuersteinwerkzeuge neben Knochen von Elephanten- und Rhinozerosarten. Beide kamen in ziemlich großer Anzahl zwischen Sand und Kies vertheilt vor und beweisen, daß in diesen Gegenden Menschen mit Tropenthieren zusammengelebt haben.

Auch in der Nähe von Mastricht wurden in einer tiefen Lehmschicht 19 Fuß unter der Oberfläche ein menschlicher Unterkiefer mit Zähnen neben Knochen tropischer Thiere entdeckt. Einzelne von diesen Resten tropischer Thiere lagen sogar noch oberflächlicher als die Menschenspuren; wurden also erst später von dem Lehm verschüttet.

Es unterliegt somit keinem Zweifel, daß in jener längst vergangenen Vorzeit, in welcher im südlichen England, im nördlichen Frankreich und Deutschland die tropische Thierwelt, Elephanten und Rhinozerosse einheimisch war, auch Menschen mit diesen Thieren hier zusammengelebt haben. Wir können uns ungefähr vorstellen, wie alt diese Zeugnisse der menschlichen Gegen-

wart sind, wenn wir bedenken, welche Umwandlungen das Klima unterdeß erfahren hat, wie sehr viel höher die Wärme in unsern Gegenden damals gewesen, als noch Elephanten und andere tropische Thiere, die jetzt nur in der heißen Zone gedeihen, hier einheimisch waren; wenn wir uns ferner daran erinnern, daß nach den genauesten Messungen die Temperatur der Erde in den letzten 2000 Jahren merklich weder zu noch abgenommen hat.

Noch aber sind dies nicht die ältesten Spuren des Menschengeschlechts. Vielmehr zeigen uns bereits frühere Entdeckungen, die in den letzten Jahren bestätigt und erweitert worden sind, daß auch Menschenüberreste aus der Zeit des längst ausgestorbenen vorweltlichen Mammuths, das in einer viel früheren Zeitepoche unsere Gegenden bewohnte, existiren.

So hatte schon im Jahre 1834 Dr. Schmerling in der Nähe von Lüttich in der durch diese Entdeckung berühmt gewordenen Engishöhle den Schädel eines jungen Menschen neben einem Mammuthszahn gefunden. Einen zweiten Schädel traf er in derselben Höhle mit Zähnen einer vorweltlichen Rhinozerosart zu einer festen Masse zusammengebacken. Außerdem lagen noch viel Menschenknochen und Steininstrumente in der Höhle bald unter, bald über den dort zahlreich gefundenen Thierknochen, welche zum größten Theile den Zeitgenossen des Mammuth angehören.

Dieses Zusammenvorkommen von Menschenknochen und Steinwerkzeugen mit dem Mammuth und seinen Zeit-

genossen wurde ferner in der Brixham-Höhle von Devonshire in England und in der Höhle von Arey sur Yonne bei Fontainebleau festgestellt.

Aber all diese Höhlen sind einst durch den unterirdischen Lauf von Flüssen entstanden. Es war deshalb möglich, daß die Knochen und Zähne des Mammuth mit den Resten viel später lebender Menschen durch die Wassergewalt zusammengebracht waren. Das Zusammenvorkommen der Ueberreste des Menschen und des Mammuth in den Höhlen konnte daher noch nicht beweisen, daß Mensch und Mammuth auch zusammengelebt haben.

Es war deshalb von großer Wichtigkeit, daß man auch in der Nähe von Abbeville in den tieferen Sand- und Kiesschichten etwa 30 Fuß unter der Erdoberfläche Feuersteinwerkzeuge fand, die neben Knochen ausgestorbener Rhinozerosarten gebettet waren. Hier in der offenen Ebene mußte man schon aus dem Zusammenvorkommen der Ueberreste auf ein Zusammenleben schließen.

Noch beweisender und jeden Zweifel beseitigend waren ferner die in den letzten Jahren gemachten Ausgrabungen in der Nähe von Salisbury in England. Hier fand man in einer tiefen Schicht von Ziegelerde Knochen vom Mammuth und anderen vorweltlichen Thieren, und **unter** dieser Ziegelerde in einer tiefern Kiesschicht Steinwerkzeuge von derselben Beschaffenheit, wie sie bei Abbeville gefunden waren.

All' diese Entdeckungen, deren die Wissenschaft eine große Anzahl angesammelt hat, bestätigen hiermit gleich-

zeitig, daß die Menschen auch gleichzeitig mit dem vorweltlichen Mammuth die Erde bewohnt haben.

Welche Zeit darüber vergangen ist, wie viele Jahre erforderlich waren, um das vorweltliche Mammuththier von der Erde ganz verschwinden zu lassen, dafür bietet uns der Umstand nur einen ungefähren Anhaltspunkt, daß man in Aegypten in dem Nildelta bis zu einer Tiefe von 60 Fuß keine Spuren vorweltlicher Thiere angetroffen hat. Die 60 Fuß dicke Schicht hat sich, wie wir wissen, in 12,000 Jahren gebildet. Wir können somit annehmen, daß schon vor 12,000 Jahren das Mammuththier ausgestorben war; die mit ihm aufgefundenen Menschenspuren sind also bedeutend älter.

Sind wir aber schon an die äußerste Grenze des Alters des Menschengeschlechts vorgerückt? Sind keine Spuren von der Existenz der Menschen aus einer noch älteren Thierzeit, in welcher die Vorgänger des Mammuth lebten, uns aufbewahrt worden? Lebte der Mensch nicht schon in jener Epoche, welche nach dem wichtigsten Thiere die Zeit des Mittelmeer-Elephanten genannt wird?

Diese Fragen wollen wir an der Hand sicher ermittelter Thatsachen in einem weiteren Artikel beantworten.

III. Der Mensch und die vorweltlichen Thiere.

Für die Beantwortung der Fragen, mit welchen wir unsern vorigen Artikel geschlossen haben, liefert uns die Wissenschaft folgende zwei Thatsachen.

Bei Le Puy in Mittelfrankreich fand man im Jahre 1844 in der Lavamasse des Vulkans von Denise ein versteinertes Menschenskelett. In einer entsprechenden Lavamasse, die durch ihr Aussehen und ihre Lage als derselben Zeit angehörig betrachtet werden muß, lagen Knochen von Mittelmeer-Elephanten. Es ist daher wahrscheinlich, daß der Vulkan von Denise bei seinem damaligen Ausbruche die gleichzeitig lebenden Menschen und Mittelmeer-Elephanten verschüttet und in gleichartiger Lavamasse uns aufbewahrt hat. Geben wir auch zu, daß dieser Fund für die Annahme, der Mensch sei noch Zeitgenosse des Mittelmeer-Elephanten gewesen, nur einen geringen Grad von Wahrscheinlichkeit bietet, so können wir dies Beispiel gleichwohl nicht unberücksichtigt lassen, weil eine zweite Entdeckung der letzten Jahre für diese Annahme eintritt.

Es hat nämlich der französische Naturforscher Desnoyers bei St. Prest in der Nähe von Chartres Knochen dieser hier erwähnten Elephantenart ausgegraben mit Streifen und Schnitten, die keine andere Erklärung zulassen, als daß sie durch Werkzeuge gemacht seien. Streifen und Risse in ausgegrabenen Knochen sind freilich kein seltener Befund. Sie rühren theils davon her, daß die Knochen von anderen Thieren vor ihrer Versteinerung benagt worden, theils sind sie entstanden durch Reibungen und Abschleifungen, die durch das Rollen in Flüssen von den Kieselsteinen veranlaßt werden. Eine genaue Untersuchung aller so veränderten Knochen läßt aber leicht erkennen, wodurch die vorgefundenen Strei-

fungen entstanden sind. Sie sehen anders aus, wenn sie durch Benagen von Thieren, anders, wenn sie durch Rollen zwischen Steinen und wieder anders, wenn sie durch Bearbeiten mit Steininstrumenten hervorgebracht sind. Die bei St. Prest gefundenen Knochen von Mittelmeer-Elephanten zeigen nun ganz ähnliche Streifungen, wie man sie aus späteren Zeitperioden an den unzweifelhaft von Menschenhand bearbeiteten Knochen angetroffen. Wenn nun auch die Steinwerkzeuge zur Zeit des Mittelmeer-Elephanten noch viel roher gewesen, so sprechen sich doch der Entdecker, wie Karl Vogt, der diese Knochen untersuchte, dafür aus, daß hier Spuren der Bearbeitung mit rohen Steininstrumenten vorliegen.

Wir können demnach auf diese beiden Thatsachen gestützt, mit einem ziemlichen Grade von Wahrscheinlichkeit annehmen, daß der Mensch noch vor der Zeit des Mammuths zusammen mit dem Mittelmeer-Elephanten gelebt habe. Daß die Beweise hierfür so spärlich sind, wird uns nicht befremden, denn wir mußten erwarten, daß die Spuren des Menschengeschlechts um so undeutlicher, verwischter und spärlicher sein würden, je weiter wir in die Vergangenheit zurückgehen.

Aus all diesen hier vorgeführten Thatsachen müssen wir somit schließen, daß der Mensch keineswegs das jüngste Glied der Schöpfung ist. Er ist vielmehr in grauer Vergangenheit Zeitgenosse einer längst verschwundenen und gewaltig umgeänderten Thierwelt gewesen. Selbst wenn wir von den letzten höchst wahrscheinlichen Beweisen für das Zusammenleben des Menschen mit

dem Mittelmeer-Elephanten ganz absehen, so steht die Thatsache fest, daß in unseren Gegenden neben dem Menschen Elephanten, Rhinozerosse und andere Thiere gelebt haben, die jetzt nur in den heißen Himmelsstrichen, in Asien und Afrika einheimisch sind, und bei uns höchstens in Menagerien ein kümmerliches Leben fristen können. Es ist aber eben so sicher bewiesen, daß der Mensch auch mit dem längst ausgestorbenen, dem vorweltlichen Mammuth gleichzeitig die Erde bewohnt, daß also die Geschichte des Menschengeschlechts in eine ungemein hohe Vergangenheit zurück greift.

Leider fehlen uns die Mittel, diese Zeiten, die Epochen der verschiedenen Thiergeschlechter, nach Jahren zu berechnen. Es fehlt uns jeder Maßstab dafür, wie viel Jahrhunderte oder Jahrtausende über die Erde hinziehen müssen, damit ein Thiergeschlecht von der Erde gänzlich verschwindet, um einem andern Platz zu machen.

Wir haben keinen Anhalt dafür, zu beurtheilen, in wieviel Jahrhunderten oder Jahrtausenden sich jene Umwandlung des Klimas vollzogen, die früher in unseren Gegenden einheimische Thiere in die Tropen gedrängt hat. Es fehlt uns somit auch trotz dieser interessanten Entdeckungen, die wir dem Leser bisher mitgetheilt, eine nach Jahren zu bezeichnende Bestimmung und unseren gewöhnlichen Lebensbeziehungen entsprechende Vorstellung vom Alter unseres Stammbaums.

Wir wollen daher die Spuren unserer Urvorfahren noch nach einem andern Maßstabe messen, der uns viel mehr Anhaltepunkte giebt, das Alter dieser Spuren nach

Jahren zu bezeichnen, und dadurch unserem Verständniß näher zu bringen.

Wie wir bisher darauf geachtet haben, mit welchen Resten anderer lebender Wesen, Pflanzen und Thiere, die Menschenspuren gleichzeitig vorkommen, wollen wir nun die Erdschichten, in welchen sie gefunden werden, einer nähern Betrachtung unterziehen und die Verschiedenheit der Erdschichten als Maßstab für das Alter benutzen.

Es ist nämlich unzweifelhaft festgestellt, daß die Schichten der Erde sich erst nach und nach gebildet und über einander abgelagert haben. Die Kräfte, welche diese Schichtungen herbeigeführt, sind noch jetzt thätig und lassen sich in ihrer Wirkung leicht messen; so daß man ungefähr angeben kann, wie viel Zeit zu einer bestimmten Schichtablagerung erforderlich gewesen. Diese Kräfte, die uns hier besonders interessiren, sind die Wasserkräfte.

Wir wissen, daß die Oberfläche unserer Erde durch die Wirkung des Wassers fortwährende Aenderungen erleidet. Wir sehen, wie Felsen an der Luft verwittern, der Regen diese verwitterte Oberfläche abspült, und die Gebirgsbäche diese abgespülten Massen in die Ebene führen. Wir beobachten, daß die Flüsse an einzelnen Stellen Schlamm, Sand und Kies ablagern, dafür wieder an anderen Stellen ihre festen Ufer unterwühlen und fortreißen. Im Großen finden wir, daß das Meer an manchen Küsten langsam zurückweicht und dadurch das feste Land vergrößert, in anderen Gegenden wieder

steigt und immer mehr ins Land hineindringt; wie also das, was Meeresgrund gewesen, langsam Land, und was Land gewesen, Meeresgrund wird. Wir sehen ferner, wie die Gletscher hoher Alpen große Felsstücke in das Thal hinabführen und in mehr oder weniger zerriebenen und zerstückelten Massen bei ihrem Zurückweichen während des Sommers dort als Moränen liegen lassen. Dieselben Vorgänge berichten uns die Seefahrer aus den Polargegenden, wo die kolossalen Eisberge und Eisfelder ungeheure Felsmassen aus den hohen Breitengraden herunterschleppen. Und so verändern diese Wasser-Kräfte im Großen und Kleinen fortwährend unsere Erdoberfläche.

Könnten wir nun die Beschaffenheit unserer Erdoberfläche in großen Zwischenräumen z. B. nach Ablauf von je 10,000 Jahren mit einander vergleichen, so würden wir vielleicht nach diesem Zeitraum die jetzigen Meere trocken, und die gegenwärtigen Länder mit Wasser bedeckt finden. Nach abermals 10,000 Jahren hätte sich vielleicht das Verhältniß wieder umgekehrt; die Wasser würden wieder in ihren jetzigen Betten fließen und die jetzigen Länder wären wieder trocken. Aber ihre gegenwärtige Oberfläche wäre nach den 20,000 Jahren nicht dieselbe geblieben, sondern sie wäre mit einer dicken Schicht neuer Ablagerungen aus dem Meereswasser bedeckt, aus welcher man dann genau die Wirkung dieser Kräfte in einem Jahrzehnt oder Jahrhundert berechnen könnte.

Die Geologie, der Zweig der Naturwissenschaften, welcher sich mit der Erforschung der Erdschichten beschäf-

tigt, hat aber über keine solche Zeiträume zu verfügen, sondern sie verfolgt den umgekehrten Weg. Sie erforscht die Beschaffenheit der Erdschichten und schließt aus ihrer Lagerung auf die Entstehungsart, das Alter und die zeitliche Aufeinanderfolge der einzelnen Schichten — und hat eine Geschichte der Erdbildung geschrieben, welche Milliarden von Jahren umfaßt. Von ihr erfahren wir das Alter einer jeden Erdart, und können somit aus der Lagerung der Menschenspuren in den Erdschichten das Alter der betreffenden Menschenreste erfahren.

Wir brauchen es wohl kaum noch zu erwähnen, daß die ältesten Menschenspuren nur in den jüngsten Erdbildungen vorkommen in einer Epoche der Erdgeschichte, in der die Verhältnisse den jetzigen bereits ganz gleich sind. Daß aber trotzdem das Alter des Menschengeschlechts ein sehr hohes ist, wollen wir nun in unsern nächsten Artikeln nachweisen.

IV. Welche Veränderungen der Erdoberfläche seit dem Auftreten des Menschengeschlechtes vor sich gegangen sind.

Da wir keine Geschichte der Steinzeit des Menschengeschlechts schreiben wollen, werden wir den Leser nicht ermüden durch das Aufzählen der vielen Menschenspuren in den verschiedenen Erdschichten, deren Alter wir dann mit Hülfe der Geologie zu bestimmen hätten. Vielmehr denken wir uns vom Alter der Menschen die

beste Vorstellung zu verschaffen, wenn wir uns die Frage beantworten, was hat das Menschengeschlecht erlebt? welche Veränderungen der Erdoberfläche sind seit seinem Auftreten vor sich gegangen?

Aus dem vorhergehenden Artikel wissen wir, daß gegenwärtig und in der jüngsten Epoche der Erdgeschichte Flüsse, Meere und Gletscher die bedeutendsten Veränderungen in der Beschaffenheit der Erdoberfläche hervorgebracht. Wir wollen uns nun einige Zeichen merken, an welchen sich ihre Wirkung in jeder beliebigen Erdschicht deutlich zu erkennen giebt. Mit Hilfe dieser Zeichen können wir dann bestimmen, ob hier einst ein Fluß durch die Ebene strömte, da das Meer den Boden überfluthete und an einem dritten Orte wieder Gletscher oder vielleicht gar Eisinseln und Eisberge eines kalten Meeres die Erde bedeckt haben. Die Menschenspuren, die wir in tieferen Erdschichten finden, beweisen uns dann, daß in dieser Gegend das Menschengeschlecht gelebt, ehe sie durch den Fluß, das Meer oder das Eis verändert worden; daß also unsere Vorfahren diese gewaltigen Veränderungen mit erlebt und durchgemacht haben.

Wie Jedermann weiß, führen die Flüsse in ihren Betten sehr viel Kies mit. Die Kieselsteine werden durch die Gewalt des strömenden Wassers zerkleinert, abgerundet und sehr oft bis zum feinen Sand zerrieben. Ferner setzen die Flüsse, die ein kleines Gefälle und deshalb einen langsamen Lauf haben, von mitgeführten Stoffen, als Schlamm und Lehm, vieles ab, was dann

die älteren Kiesschichten, die das ursprüngliche Bett bildeten, oft bis zu einer bedeutenden Höhe bedeckt. Findet man nun noch in einer solchen Erdschicht zwischen Kies und Lehm Flußmuscheln, so ist es unzweifelhaft, daß die so beschaffene Erdschicht einmal ein Flußbett gewesen, mag nun jetzt das Wasser noch so entfernt von dieser Stelle, noch so hoch über oder noch so tief unter dieser Schicht seinen Lauf nehmen.

Die Meere ihrerseits, deren stetes Wandern sicher feststeht, hinterlassen als unverkennbare Zeichen ihrer Gegenwart eine Unzahl von Seethieren, von denen die Seemuscheln wegen ihrer Dauerhaftigkeit die wichtigsten sind. Ueberall demnach, wo wir in einer Erdschicht eine größere Menge von Seemuscheln eingebettet finden, da war in früherer Zeit Meeresgrund, so hoch auch diese Schicht jetzt aus dem Meere hervorragen, oder so tief sie unter der Erdoberfläche verschüttet sein mag.

Ebenso bestimmt und unverkennbar sind die Zeichen, welche uns das Eis in den sogenannten Irrblöcken hinterlassen hat. Es sind dies Felsmassen, welche eine vollständig andere Beschaffenheit und Zusammensetzung zeigen als alle in derselben Gegend vorhandenen Gesteinsarten, während man Felsen von ihrer Form und Bildung nur in sehr großen Fernen auf hohen Gebirgen findet. Diese Felsmassen haben sich gleichsam aus ihrer Heimath verirrt. So zeigen die Irrblöcke in den Ebenen Rußlands, Deutschlands, Nord-Frankreichs und Englands auf das Hochgebirge von Schweden und Norwegen als ihre Heimathsstätte hin. Ebenso finden sich von den schweizer

Alpen Irrblöcke bis nach dem Jura hin zerstreut. Die Größe dieser Felsmassen, die weiten Fernen, aus denen sie stammen, beweisen, daß sie nur durch Eisinseln oder Gletscher hergebracht sind. Eine andere Kraft, die diesen Transport zu Wege gebracht haben könnte, ist bisher nicht bekannt, während man wohl sieht, wie jetzt auf den großen in den Polarmeeren herumschwimmenden Eisinseln solch große Felsblöcke in weite Fernen getragen werden, und dort beim Schmelzen niederfallen. Wir schließen daher aus der Gegenwart der Irrblöcke in einer Erdschicht auf ihre Entstehung während einer Epoche, als diese Gegend mit gewaltigen Gletschern bedeckt oder der Grund eines noch gewaltigeren Eismeeres gewesen.

Prüfen wir nun die Spuren der Menschen, so finden wir, daß das Menschengeschlecht all solche Umwälzungen und Veränderungen der Erde erlebt und durchgemacht hat. Wir sehen nämlich die Fußtapfen unserer Vorfahren in Flußbetten eingegraben, die von den jetzigen Wasserläufen ganz verschieden sind; wir finden Menschenreste in Erdschichten, die in früheren Zeiten Meeresgrund gewesen; wir entdecken endlich menschliche Werkzeuge an Orten, an welchen die Eiszeit später ihre Irrblöcke niedergelagert.

So liegen die bereits früher erwähnten Steinwerkzeuge aus der Nähe von Abbeville in einer Schicht von Kies und Lehm, die 40′ über dem jetzigen Bette der Somme gelegen, das alte Bett dieses Flusses darstellt. Seitdem also die Verfertiger dieser Steinwerkzeuge bei Abbeville gelebt, hat die vorbeifließende Somme ihr

Bett 40 Fuß tiefer gegraben. Wieviel Zeit über diese Arbeit des Flusses hingegangen, ließe sich bestimmen, wenn man angeben könnte, um wieviel das Bett der Somme in jedem Jahrhundert tiefer wird, und ob die ausgrabende Thätigkeit dieses Wassers zu allen Zeiten eine gleiche gewesen. Darüber sind jedoch bisher noch keine Untersuchungen angestellt, und wir müssen uns vorläufig mit dieser 40 Fuß tiefen Auswaschung als Maßstab begnügen, da uns genauere Bestimmungen fehlen.

Daß England, nachdem es Menschen bewohnt hatten, Meeresgrund gewesen, dafür sprechen interessante Ausgrabungen in Schottland sowohl wie in Cornwallis. In Glasgow nämlich fand man unter den Straßen in einer Tiefe von etwa 19 Fuß zwischen Seemuscheln alte, aus einem Eichenstamme roh gearbeitete Boote. Sowohl die Seemuscheln als die Boote beweisen klar, daß hier mitten in Schottland ein Meer gewesen, und daß die Kähne von Menschenhand gefertigt und von einem längst vergangenen Menschengeschlecht benutzt worden sind. In Cornwallis ferner fand man menschliche Schädel und Kunstwerkzeuge noch tiefer unter einer Erdschicht, welche Meeresablagerungen und Seemuscheln enthält. Hier sind also die Menschenspuren älter als das Meer, und wir müssen daraus schließen, daß England in alter Zeit von Menschen bewohnt war, die Zeugen vom allmäligen Untersinken dieses Landes unter die Meeresoberfläche gewesen, daß dann spätere Geschlechter dieses Meer befahren, wo jetzt die jüngsten Nachkommen ihre Städte erbauen und das Land kultiviren.

Auch auf Sizilien, bei Cagliari, entdeckte man Menschenspuren in einer Erdschicht, die durch ihren Gehalt an Seemuscheln sich als alter Meeresgrund charakterisirt. Was dieser Entdeckung aber noch ein besonderes Interesse giebt, ist, daß diese Schicht gegenwärtig 300 Fuß über dem Meeresspiegel liegt. Es läßt sich nun aus der gegenwärtigen noch fortschreitenden Erhebung der Küste berechnen, daß die hier besprochene Schicht vor 12,000 Jahren grade aus dem Meere auftauchte. Die Menschen, die hier schon gelebt haben, bevor dies Land Meeresgrund geworden, sind demnach sehr bedeutend älter.

Aber selbst in voreiszeitlichen Erdschichten sind Menschenreste gefunden worden. Jene im vorigen Artikel erwähnten Entdeckungen von Desnoyers bei St. Prest sind in einer Erdschicht gemacht worden, welche von Ablagerungen und Veränderungen durch die Eiszeit noch bedeckt ist. Nachdem also hier die Menschen mit ihren sehr rohen Steinwerkzeugen die Knochen des Mittelmeer-Elephanten bearbeitet, folgte erst die Epoche der Erdgeschichte, in welcher mit Hilfe gewaltiger Gletscher oder eines großen, das nördliche Europa ausfüllenden Eismeeres die Ablagerung der Irrblöcke stattgefunden.

Ueber das muthmaßliche Alter dieser Eiszeit der Erde, durch das wir einen Maßstab für die ältesten Ueberreste der Steinzeit erlangen, wollen wir nun in einem weiteren Artikel unsere Betrachtungen anstellen.

V. Die Eiszeit.

Ueber die Eiszeit, deren Spuren man in ganz Europa findet, welche die bewohnte Erde, Menschen, Thiere und Pflanzen vernichtend, umgestaltete, und der jetzigen Epoche der Erdgeschichte unmittelbar vorherging; über diese interessante Umwälzung der Erde hat die Wissenschaft eine Reihe von Hypothesen aufgestellt, die sich nach zwei Gruppen theilen lassen.

Nach der einen Anschauungsweise wird vermuthet, daß die Eiszeit einem großen, unsere ganze nördliche Erdhälfte bedeckenden Eismeere ihre Entstehung verdanke. Nach dieser Annahme würde die Erde in jener Zeit in ihrer nördlichen Hälfte etwa denselben Anblick gewährt haben, wie ihn jetzt die südliche Hemisphäre darbietet; nämlich ein großes gewaltiges Meer, aus dem die jetzigen höchsten Berge als kleine Inseln hervorragen und auf demselben herumschwimmende Eisinseln, die sehr weit gegen den Aequator vordringen und dort schmelzen.

Nach der anderen Erklärung der Eiszeit nimmt man an, daß die während derselben erfolgten Umgestaltungen der Erdoberfläche durch ein riesiges Anwachsen der Alpen- und skandinavischen Gletscher erzeugt sind, die in einer Periode sehr großer Kälte sich weit in die Ebenen Frankreichs und Deutschlands hinein erstreckt haben. Beide Annahmen haben ihre wissenschaftliche Berechtigung, führen jedoch, wie wir bald sehen werden,

zu sehr verschiedenen Resultaten in Betreff der Jahre, welche seitdem verflossen sind.

Huldigen wir der ersten Annahme, glauben wir, daß nach dem Auftreten der Menschen auf der Erde ein großes nördliches Eismeer die Tiefen von Europa, Asien und Nordamerika bedeckt hat, so haben wir für die Berechnung dieser Erdepoche nach Jahren in einer sehr sinnreichen Hypothese des Naturforschers Adhémar genügende Anhaltepunkte.

Dieser Forscher geht nämlich von folgender Betrachtung aus: Die Erde ist bekanntlich während einer Hälfte ihrer Umlaufszeit der Sonne näher, als in der andern. Ihre jährliche Umlaufs-Geschwindigkeit nimmt daher zu, so wie sie sich der Sonne nähert, und nimmt ab, wenn sie sich von ihr entfernt; die Erde durchläuft somit beide Hälften ihrer Bahn nicht in gleichen Zeiten. Nun fällt jetzt der Herbst und Winter der nördlichen Erdhälfte in die Zeit der Sonnennähe, weshalb auch unser Herbst und Winter sieben Tage kürzer ist als der Frühling und Sommer. Auf der südlichen Erdhälfte ist das Verhältniß gerade umgekehrt. Diese hat ihren Sommer in der Sonnennähe und den Winter in der Sonnenferne. Auf der südlichen Erdhälfte ist demnach der Herbst und Winter länger als Frühling und Sommer. Nun empfängt die südliche Hälfte zwar in ihrem Sommer täglich mehr Wärme als wir in unserem, weil sie während derselben der Sonne näher ist. Dafür dauert ihr Winter sieben Tage länger als unserer und in diesen sieben Tagen verliert sie viel mehr Wärme, als der

Ueberschuß ausmacht, den sie wegen der größeren Sonnennähe im Sommer erhalten hat. Im Ganzen ist die südliche Erdhälfte daher kälter als die nördliche. Es friert im Winter am Südpol mehr Eis als im Sommer schmelzen kann, und die südlichen Eismassen wachsen immer mehr an.

Die astronomische Beobachtung hat nun aber gezeigt, daß der Eintritt der Jahreszeiten nicht immer an derselben Stelle der Erdbahn erfolgt, sondern immer weiter vorrückt, und zwar in einer Weise, daß vor 10,500 Jahren der Winter der nördlichen Erdhälfte da begonnen haben muß, wo er jetzt für die südliche eintritt. Vor dieser Zeit haben also unsere Gegenden sich in denselben Verhältnissen befunden, wie jetzt die südliche Halbkugel. Die um den Nordpol abgelagerten Eismassen waren damals immer mehr gewachsen, und nach Tausenden von Jahren erreichten sie eine Ausdehnung wie sie die südlichen Eismassen gegenwärtig zeigen. Weil nun Eis leichter ist wie Wasser, mußte während der ganzen Zeit, in der sich die Eismassen des Nordpols vergrößerten, aus der südlichen Halbkugel Wasser nach der nördlichen fließen, um das Gleichgewicht zu erhalten. Die südliche Erdhälfte wurde dadurch trocken gelegt und die nördliche mit einem Eismeere bedeckt. Nach Verlauf von 10,500 Jahren hat sich nun das Verhältniß wieder umgekehrt; die nördliche Erdhälfte ist trocken geworden und die südliche hat das große Eismeer, wie wir es jetzt kennen.

Nach dieser sehr geistreichen Hypothese würde dem-

nach eine jede Erdhalbkugel nach 21,000 Jahren eine Eiszeit haben, während welcher ein großes Eismeer mit schwimmenden Eisinseln das Land überfluthet und die Irrblöcke aus den als Inseln hervorragenden Gebirgszügen nach den tiefer gelegenen Ebenen geführt, während die andere Halbkugel trocken ist und die großen Ländermassen umfaßt. Für unsere nördliche Halbkugel hat diese Eiszeit also vor 10,500 Jahren bestanden. Berechnen wir nun hieraus das Alter der Menschen, die vor der Eiszeit die nördliche Halbkugel bewohnt haben, so ergiebt sich, daß es gegen 20,000 Jahre beträgt.

Aus der Hypothese von Adhémar wissen wir aber, daß es nicht nur eine Eiszeit gegeben, daß vielmehr vor je 21,000 Jahren immer wieder eine neue Eiszeit in unsern Gegenden geherrscht hat, seitdem die Erde soweit abgekühlt war, um überhaupt die Bildung von Eis an den Polen zu gestatten, 20,000 Jahre wäre somit nur für den Fall das Alter des Menschengeschlechts, wenn wir annehmen, daß die ältesten voreiszeitlichen Menschenspuren der Zeit zwischen den beiden letzten Eiszeiten angehören.*)

---

*) Diese Hypothese über die Eiszeit als Folge eines großen Eismeeres erfreut sich jedoch unter den Naturforschern keines besonderen Anhanges. Es wird vielmehr angenommen, daß nur Eine Eiszeit existirte, und für ihr Eintreten andere, der Geschichte der Erde entnommene Gründe als wahrscheinliche vorausgesetzt. Wir haben jedoch die Hypothese von Adhémar hier angeführt,

Zu ganz anderen Zahlen gelangen wir aber, wenn wir nach der andern wahrscheinlicheren Hypothese die Entstehung der Eiszeit der Ausdehnung der Gletscher zuschreiben. Es ist nämlich sowohl aus dem Vorkommen der Alpen-Irrblöcke am Jura und in den angrenzenden Tiefen als aus den Abschleifungen der darunter liegenden Felsmassen bewiesen, daß in der That in früheren Zeiten die Alpengletscher sich sehr weit ins Land herab erstreckt haben. Der französische Geologe Morlot, der die Alpengletscher einer gründlichen Untersuchung unterwarf, unterscheidet nun auf Grund sorgfältiger Prüfung der Erdschichten an den Ausläufern der Alpen vier Perioden der Eiszeit. In der ersten Periode drangen die Alpengletscher bis weit nach Frankreich vor. Darauf folgte eine zweite Periode des langsamen Rückzuges, in welcher die Gletscher auf ihrem Wege Sand- und Kiesschichten zurückließen, die mit dem Namen des „alten Alluvium" belegt werden. In der dritten Periode drangen die Gletscher zum zweiten Male vor, erreichten jedoch ihre erste Größe nicht wieder, sondern stiegen, die zwischen liegenden Thäler ausfüllend, nur bis zum Jura hinab. Dann zogen sie sich in der vierten Periode wieder bis nahe an die jetzige Grenze zurück und hinterließen eine jüngere oberflächlichere Kiesschicht. Das Alter dieser

---

weil sie allein die Möglichkeit an die Hand giebt, die Zeit, in der die nördliche Erdhälfte der Grund eines großen Eismeeres gewesen, nach Jahren auszudrücken, wozu die anderen Hypothesen, die ein viel höheres Alter voraussetzen, keinen Anhalt bieten.

letzteren berechnet Morlot nach ihren Ablagerungen bei Tinière in der französischen Schweiz, wo sie zwei verschiedene Ablagerungsschichten bilden, und fand, daß die höher gelegene ein Alter von 100,000 Jahren, die tiefer gelegne Schicht ein Alter von 10,000 Jahren hat.

Mit diesen beiden Ablagerungen verglich Morlot mehrere Epochen der nacheiszeitlichen Menschengeschichte und kam zu dem Resultat, daß die Bildungen der Erdschichten, auf denen die ältesten Schweizer See-Bauten errichtet sind, ganz denen des untern Delta von Tinière entsprechen. Die Erdschichten hingegen, in welchen bei Abbeville Steinäxte mit Mammuthresten gefunden waren, deuten nach Morlot auf ein gleiches Alter wie die obere Ablagerungsschicht. In Jahren berechnet wären also die ersten Schweizer Bauten etwa 10,000, die Steinäxte von Abbeville etwa 100,000 Jahre alt.

Welche Schlüsse lassen sich nun aus den Berechnungen von Morlot für das Alter der voreiszeitlichen Menschenspuren ziehen? Giebt es Thatsachen, welche das voraussichtlich sehr hohe Alter des Menschengeschlechts wahrscheinlich machen? Diese Fragen sollen uns in unserm nächsten und letzten Artikel beschäftigen.

VI. Wie alt das Menschengeschlecht und wie jung seine Kultur ist.

In welche von den vier im vorigen Artikel besprochenen Perioden der Eiszeit wir die ältesten Menschenspuren zurückverlegen müssen, darüber können wir nicht zweifelhaft sein. Da nach Morlot in der dritten Periode der Eiszeit die Alpengletscher nur bis zum Jura vorgedrungen, die voreiszeitlichen Menschenreste aber in der französischen Tiefebene gefunden worden sind, so müssen diese Menschen dem ersten viel größeren Anwachsen der Gletscher, also der ersten Periode der Eiszeit vorangegangen sein.

Wie viel Jahre wohl darüber hingegangen sein mögen, dafür bieten die Untersuchungen nur wenig Anhaltepunkte. Morlot's Forschungen bestimmen nur die Dauer der letzten Periode der Eiszeit, die des zweiten Rückganges der Alpengletscher. Welche Zeit diese Eismassen bei ihrem langsamen Wachsthum brauchten, um in der dritten Periode bis zum Jura hinabzusteigen, wie lange ferner das erste Zurückweichen, wie lange das erste so gewaltige Anwachsen bis weit nach Frankreich hin gedauert, dafür bietet die Wissenschaft gar keinen Maßstab. Es muß außerdem noch dabei an die Möglichkeit gedacht werden, daß zwischen den einzelnen Perioden der Eiszeit Jahrhunderte und Jahrtausende lang der Stand der Gletscher unverändert geblieben sein kann. Von der Dauer dieses Stillstandes aber

jemals eine Vorstellung zu gewinnen, darauf müssen wir verzichten, weil jeder Stillstand in der Entwicklung ganz spurlos vorübergeht und der ewigen Vergessenheit anheim fällt.

Gleichwohl dürften wir uns nicht allzu sehr von den Grenzen der Wahrscheinlichkeit entfernen, wenn wir annehmen, daß die drei ersten Perioden der Eiszeit keine geringere Dauer gehabt haben, als die von Morlot mit 100,000 Jahren berechnete vierte. Soweit überhaupt in der Wissenschaft ein Wahrscheinlichkeitsschluß zulässig ist, dürfen wir ihn hier wagen, da derselbe Vorgang sich nur einfach wiederholt, in der einen Periode das langsam anwächst, was in der folgenden langsam zerstört wird. Danach müßten wir also den Beginn der Eiszeit 400,000 Jahre in die Vergangenheit zurücklegen und das voreiszeitliche Menschengeschlecht würde ein Alter von mehr als 400,000 Jahre haben.

Aber ist nicht diese gefundene Zahl eine viel zu hohe? übersteigt es nicht alle Wahrscheinlichkeit, anzunehmen, daß unser Geschlecht bereits länger als 400,000 Jahre die Erde bewohne? Müßte nicht die Kulturstufe unserer Jetztzeit eine viel höher entwickelte sein, wenn wir die Nachkommen von etwa 12,000 Menschengenerationen sind, die immer weiter in ihrer Entwickelung fortgeschritten sind?

Diesen so berechtigten Fragen gegenüber wollen wir dem Leser zum Schluß folgende zwei Punkte zu bedenken geben:

Einmal ist die Kultur des Menschengeschlechts

nicht so jung; vielmehr sind uns Denkmale erhalten, welche auf ein hohes Alter derselben schließen lassen. Es sprechen dafür die gegen 7000 Jahre alten ägyptischen Pyramiden mit ihren Inschriften, die einen schon bedeutenden Grad von Kulturentwicklung der damaligen Menschen voraussetzen. Vor 12,000 Jahren kannte derselbe Stamm bereits das Kupfer und seine Verarbeitung zu Werkzeugen, von denen uns die Ablagerungen des Nils Beweise aufbewahrt und erhalten haben. Im Ohio-Thal in Amerika, das bei Ankunft der Europäer von Jahrhunderte, vielleicht Jahrtausende altem Urwald bedeckt war, fand man unter der später urbar gemachten Erdoberfläche alte künstliche Dämme, deren Inhalt 20 Millionen Kubikfuß beträgt. Wie viel Zeit mußte nicht über diese Arbeit vergangen sein, wie viel Menschenhände zu diesem gemeinschaftlichen, einen hohen Kulturgrad verrathenden Werke zusammengewirkt haben! Und diese Menschen waren keine Wilden. Denn in jenen durch vereinte Kraft hergestellten Riesendämmen fand man Schmucksachen aus Kupfer und Silber. Wie weit mußten diese Völker in der Entwicklung vorgeschritten sein, da sie den Werth, die Gewinnung und Bearbeitung des Silbers kannten.

Verschwinden aber auch die paar Tausende von Jahren, die wir der Kultur vindiziren, gegen die 400,000 Jahre alte Geschichte der Menschen überhaupt, so fragen wir zweitens: Wer kann denn den Beweis liefern, daß das Menschengeschlecht während seiner Existenz sich ununterbrochen weiter entwickelt hat? Haben

wir nicht vielmehr Beispiele dafür, daß die Menschen Jahrhunderte und Jahrtausende auf derselben Kulturstufe stehen geblieben sind? Sogar die Erde, welche uns nur einzelne wenige Blätter der Menschengeschichte in ihrem Schooße aufbewahrt, hat erst jüngst aus ihren Schichten ein Zeugniß von einem solchen viele Jahrtausende umfassenden Stillstand der Kultur aufgedeckt, das wir dem Leser noch kurz vorführen wollen.

Die Sitten und Gebräuche der jetzt lebenden wilden Indianer bei ihren Leichenbegängnissen hat Schiller nach Mittheilungen eines Reisenden in dem schönen Nadawessier's Todtenlied besungen. Da heißt es:

Legt ihm unters Haupt die Beile
Die er tapfer schwang,
Auch des Bären fette Keule,
Denn der Weg ist lang;
Auch das Messer scharf geschliffen
Das vom Feindeskopf
Rasch mit dem geschickten Griffe.
Schälte Haut und Schopf.
Farben auch, den Leib zu malen,
Steckt ihm in die Hand,
Daß er röthlich möge strahlen
In der Seelen Land.

Ganz dieselben Sitten nun herrschten bei unseren Vorfahren, die zur Zeit der tropischen Thierwelt in Frankreich gelebt haben.

Ein Wegearbeiter Namens Bonnemaison entdeckte nämlich bei Aurignac in Südfrankreich eine mit Menschenknochen gefüllte Höhle, die der Naturforscher Lartet

1860 genauer untersuchte. Diese Höhle war durch einen großen glatten Stein verschlossen. Vor derselben lagen Asche, Holzkohlen und sehr viele Thierknochen, die theils zernagt und zerbrochen, theils gestrieft waren, als ob das Fleisch mit Steinmessern abgeschabt worden wäre. Zwischen diesen kamen auch viele Knochen von Raubthieren, Hyänen und Löwen, vor. In der verschlossenen Höhle hingegen fand Lartet Menschenknochen, Steinäxte und Thierknochen, die alle unversehrt waren und in ihrer natürlichen Lage zu einander sich befanden. Auch verschiedene Schmucksachen wurden in der Höhle entdeckt. Lartet war keinen Augenblick wegen der Deutung dieses interessanten Fundes zweifelhaft. Hier war offenbar ein Beerdigungsplatz gewesen; vor der Höhle hielten die Angehörigen das Leichenmahl, dessen Ueberreste von den herumstreifenden Hyänen verzehrt worden. Gegen diese wilden Thiere, deren Knochen man bei den Resten des Leichenmahles angetroffen, wurde die Höhle und ihr geheiligter Inhalt durch den großen Stein geschützt. Die in der Höhle gefundenen Menschenknochen, die unversehrten Thierknochen, die Waffen und die Schmucksachen passen aber so ganz zu der oben angeführten Beschreibung des Dichters, daß Schiller den Stoff zu seinem Liede ebenso gut den religiösen Sitten und Gebräuchen der Zeitgenossen der tropischen Thierwelt hätte entnommen haben können. So ganz unverändert haben sich diese Gebräuche und die mit ihnen verknüpften Anschauungen durch Tausende von Jahren bis in die Gegenwart erhalten.

Wenn wir aber hieraus lernen, welch ungleich-mäßige Entwickelung die Menschenkultur genommen, daß Sitten und Anschauungen, das geistige Leben der Menschen durch so viele Jahrtausende unverändert dieselben bleiben konnten, so dürfen wir auch aus der jetzigen verhältnißmäßig geringen Kulturstufe kein Motiv gegen die Annahme eines nach Hunderttausenden von Jahren zählenden Alters des Menschengeschlechts ableiten. Vielmehr müssen wir von der im rüstigen Fortschritt begriffenen Wissenschaft erwarten, daß sie vielleicht bald die Beweise von einem noch viel höhern Alter unseres Geschlechts beibringen werde.

Von der Geschwindigkeit des Lichtes.

I. Vom Licht.

Das Licht bewegt sich einundvierzigtausend Meilen in einer Sekunde!

Diese Wahrheit dieses Ergebniß ganz getreuer Forschung hört man oft genug aussprechen, liest man oft genug in Schriften und sieht man oft genug als Beweis der unendlichen Schnelligkeit angeführt, mit welcher Kräfte der Natur den Raum durcheilen. — Man muß gestehen: diesen Ausspruch kennt wohl jeder Gebildete und Ungebildete, jeder sogenannte Gelehrte und Ungelehrte; ja Jedermann hat wohl an diese Wahrheit so manche erbauliche und erhebende, dichterische oder religiöse Betrachtung angeknüpft.

Wie aber steht es mit dem Beweis für diese Wahrheit? Ist es auch nur dem Hundertsten von all' denen, die von der Geschwindigkeit des Lichtes sprechen, klar geworden, wie und auf welchem Wege man zu der Erkenntniß gelangt ist?

Wir glauben aus eigener Erfahrung versichern zu können, daß es im Publikum um die feste und sichere Ueberzeugung von dieser Wahrheit recht schlimm steht. Es steht schon darum schlimm damit, weil diese Wahrheit eine allgemein bekannte Wahrheit ist und sie deshalb wie eine vollgültige Münze zirkulirt, von der Viele sich schämen, ihr zu mißtrauen und ihr Gepräge zu untersuchen und zu erforschen.

Wir wollen daher in wenigen Abschnitten von dieser Wahrheit und dem Wege, wie man dahinter gekommen ist, sprechen, und hoffen, hieran einige Betrachtungen zu knüpfen, welche selbst denen nicht überflüssig erscheinen werden, die von dieser Wahrheit die richtige Anschauung sammt ihren vollen Beweisen besitzen.

Das Licht bewegt sich einundvierzigtausend Meilen in jeder Sekunde!

Das heißt, deutlicher ausgedrückt, wie folgt

Jedes Licht kann von der Ferne aus gesehen werden; aber man sieht das Licht nicht sofort in demselben Augenblicke, wie es entsteht, in allen Entfernungen, sondern es dauert eine Zeit, bis, so zu sagen, das Licht nach den Entfernungen seine Strahlen hinsendet. Fragt man nun: wie schnell läuft denn der Sendbote des Lichtes, wie schnell läuft der Strahl? so ist die richtige Antwort darauf, daß der Strahl in jeder Sekunde einundvierzigtausend Meilen läuft. —

Woher weiß man das? Wer hat diese Strecke und diesen Lauf ausgemessen?

Hierauf ist die Antwort, wenn man sich nicht mit

einer oberflächlichen Redensart begnügen will, nicht so ganz und gar leicht, sondern man muß hierzu sich erst einen Begriff von dem Sehen unseres Auges machen und sich über die Art, wie wir ferne Gegenstände wahrnehmen, mindestens eine allgemeine Vorstellung verschaffen.

Durch die Gewohnheit verleitet, glaubt man im Allgemeinen, als ob unser Auge im Stande wäre, den Blick in die Ferne zu richten, als wäre es gewissermaßen eine Kraft, eine Gabe des Auges, welche nach entfernten Gegenständen hindringt und dieselbe dort wahrnimmt.

Dies ist aber ein Irrthum.

Unser Auge besitzt keine Kraft, welche nach außen wirkt, sondern es empfindet nur den Eindruck der Lichtstrahlen, welche entfernte Gegenstände nach allen Richtungen hin ausstreuen. Es ist nicht eine Kraft des Auges, des Blickes, welche hinaufdringt in die Räume des Himmels, um bis zu den Sternen zu gelangen und dieselben wahrzunehmen, sondern die Sterne sind es, welche die Strahlen ihres Lichtes herabsenden, gleichgültig, ob wir das Auge aufthun, um sie zu empfangen oder nicht. Diese Strahlen, die unausgesetzt ausströmen, gehen völlig spurlos an uns verloren, wenn sie nicht in gewisser Richtung in's Auge fallen; nur wenn wir das Auge so gerichtet halten, daß diese Strahlen durch dasselbe gehen, nur dann empfinden wir die Strahlen und bekommen, durch Erfahrungen belehrt, Kenntniß davon, daß außer uns Dinge sind, welche diese Empfindung in uns anregen. Dieses Empfinden der Licht-

strahlen ferner Gegenstände mit unserm Auge nennen wir das Sehen der Gegenstände, obgleich wir weder mit dem Auge zu den Gegenständen, noch die Gegenstände selber zum Auge kommen, sondern es nur eine Empfindung ist, die von dem Licht der fernen Gegenstände veranlaßt und von unserem Auge aufgenommen wird.

II. Der Postenlauf des Lichtes.

Die Thatsache, daß nicht unser Auge in die Fernen hineindringt, sondern nur von der Ferne her einen Eindruck empfängt und empfindet, den wir Licht nennen, diese Thatsache muß man vor Allem festhalten, um einzusehen, woher es kommt, daß wir z. B. sofort Sterne sehen, wenn wir die geschlossenen Augen öffnen. Wäre es eine Kraft unseres Auges, die in die Ferne dringt zu den gesehenen Gegenständen, so würde es jedenfalls einer Zeit bedürfen, bevor diese Kraft hinauf zu den Sternen dringt. Da dies nicht der Fall ist, da wir nahe und ferne Gegenstände in Einem Blick wahrnehmen, so kann dies, wie es in Wahrheit ist, nur daher rühren, daß die Lichtstrahlen aller Gegenstände bereits bis zu uns und auch zu unserm Auge zu uns gedrungen sind, und wir also das Auge nur zu öffnen brauchen, um sofort den Eindruck des Lichtes zu empfangen.

Sind es aber wirklich nicht die Gegenstände selber,

die wir sehen, sondern sind es nur die Boten der Gegenstände, die Lichtstrahlen, welche von den Gegenständen ausgegangen sind, und die unser Auge treffen, so ist der Fall sehr gut denkbar, daß wir etwas sehen, was in Wirklichkeit schon zu existiren aufgehört hat. Wenn wir z. B. einen Blitz sehen, der viele Meilen weit von uns in einem Augenblick entsteht und vergeht, so geschieht dies ebenfalls nur durch die Lichtstrahlen, welche von dem Ort des Blitzes ausgehen und nach allen Richtungen hin, also auch bis zu unserm Auge dringen. Die Lichtstrahlen, diese Boten des Blitzes, brauchen aber eine gewisse Zeit, um mehrere Meilen weit hinzufliegen. Wenn sie bei uns ankommen, kann also der Blitz längst am Orte seiner Entstehung erloschen sein; wir sehen ihn also erst entstehen zu einer Zeit, wo er schon vergangen ist.

In Wahrheit ist es nicht nur mit dem Blitz, sondern mit allen Dingen so, sie mögen nahe oder entfernt sein. Wir sehen nicht die Gegenstände selber, sondern wir empfinden nur die Lichtstrahlen, die sie uns senden; wir sehen nicht das, was wirklich im jetzigen Augenblicke da ist oder geschieht, sondern nur das, was da war und geschah, als die Lichtstrahlen, welche jetzt unser Auge treffen, von den Dingen ausgingen.

Wir sehen in diesem Sinne immer nur die Vergangenheit und niemals die Gegenwart.

Macht man sich mit diesem Gedanken erst vollkommen vertraut, — und das ist eben gar nicht so leicht, wie das Diejenigen meinen, die dies alles schon längst

wissen, so stellt sich freilich die Frage heraus: Um wie viel später sehen wir denn eigentlich die Dinge, als sie in Wirklichkeit sind?

Ein Blitz, den wir sehen, existirt im Augenblick, wo sein Strahl bis zu uns in's Auge dringt, gar nicht mehr. Eine Wolke am Himmel, die fortwährend ihre Gestalt und ihren Ort verändert, wird von uns immer nur in einer Gestalt und an einem Orte gesehen, wie und wo sie in Wahrheit gar nicht mehr ist. Der Mond, der noch weiter von uns entfernt ist, dessen Strahlen also wahrscheinlich längere Zeit brauchen, ehe sie zu uns kommen, kann sich während dieser Zeit verändert haben, oder gar vernichtet worden sein, ohne daß wir es wissen. Die Sonne, die am Himmel dahin wandert, steht nie mehr an der Stelle, wo wir sie sehen, weil die Lichtstrahlen, die an unser Auge gelangen, noch aus der Zeit herrühren, wo sie von der Sonne ausgingen. In der Zwischenzeit, daß die Strahlen bis zu uns kamen, ist offenbar die Sonne ein Stück weiter gegangen, ohne daß wir davon etwas merken können. — Die noch weit, weit entfernteren Sterne, die Fixsterne, können möglicherweise schon lange Zeit erloschen sein, während ihre Strahlen erst zu uns kommen, und wir erhalten das Licht, ihre Boten, vielleicht zu einer Zeit, in der die Sterne selber gar nicht mehr vorhanden sind, ähnlich, wie wir zuweilen einen Brief von Freundeshand erhalten, der während der Zeit des Postenlaufes gestorben ist.

Wie lange aber dauert der Postenlauf des Lichtes? Das ist die Frage. — Und hierauf lautet die Antwort:

Der Lichtstrahl ist eine ungeheuer schnelle Post, sie bringt die Nachricht von einundvierzigtausend Meilen her in einer einzigen Sekunde.

Wer sich's überdenkt, was eine Sekunde für eine gar kleine Zeit und was einundvierzigtausend Meilen für eine gar lange Strecke ist, der darf es Niemandem verargen, wenn er mit Mißtrauen diese Antwort aufnimmt. Ja, wir gestehen offen, wer diese Antwort gleichgültig und gläubig aufnimmt, ohne zu fragen: Woher weiß man das? dem trauen wir entweder wenig Geist oder wenig Interesse für Natur-Wahrheiten zu, und wir fürchten, daß er eben so leichtsinnig bereit sein wird, dem thörichtsten Aberglauben zu huldigen, wenn man ihm diesen nur mit dem ernsten Gesicht der Wahrhaftigkeit versichert.

Darum aber wollen wir die Frage beantworten: Woher weiß man das? Wer hat den Weg gemessen? Wer ist im Stande gewesen, den Postenlauf des Lichtes zu kontroliren? — Und diese Antwort soll uns im nächsten Abschnitt beschäftigen.

III. Was uns der Planet Jupiter angeht.

Um zu zeigen, wie es möglich ist, die Geschwindigkeit des Lichtes zu messen, sind wir genöthigt, unsere Leser auf ein Gebiet der Naturwissenschaft zu führen, das man das erhabenste nennt, obwohl das Erhabene

nicht minder im unendlich Kleinen, wie im unendlich Großen liegt. Wir müssen unsere Leser auf das Gebiet der Astronomie führen, wo man mit Millionen von Meilen zu thun hat und wo die Erscheinungen mit solcher Genauigkeit vorher berechnet werden können, daß eine Sekunde schon kein kleiner unmerklicher Zeitabschnitt ist.

Unter die Erscheinungen des Himmels, die man mit größter Genauigkeit berechnen kann und auch berechnet, gehören die Mond- und Sonnenfinsternisse auf dem Planeten Jupiter.

Man sollte kaum glauben, daß uns das, was auf dem Jupiter geschieht, so viel angeht. Der Planet Jupiter ist circa 108 Millionen Meilen von der Sonne entfernt, und da er sich ebenso im Kreise um die Sonne bewegt, wie die Erde, welche 20 Millionen Meilen von der Sonne entfernt ist, so kommt es, daß Jupiter zuweilen der Erde 20 Millionen Meilen näher und zuweilen um 20 Millionen Meilen entfernter ist, als der Sonne. Jedenfalls ist die größte Nähe Jupiters zur Erde immer noch eine Strecke von 88 Millionen Meilen, und es läßt sich gar nicht so leicht absehen, was nur dabei herauskommt, ob wir die Sonnen- und Mondfinsternisse, die sie dort auf dem Jupiter haben, genau kennen oder nicht. — Eine nähere Betrachtung indessen lehrt uns, daß uns das Ding doch mehr angeht, ja, daß jene Finsternisse und deren genaue Vorausberechnung für uns von größerem praktischen Nutzen sind, als die Kenntniß vieler unserer Sonnen- und Mondfinsternisse.

Die größte Schwierigkeit der Schifffahrt besteht nämlich darin, daß der Seefahrer, wenn er nur Wasser und Himmel um sich her sieht, nicht wissen kann, wo er sich befindet, und mit Hülfe aller Land- und Wasserkarten seinen Weg nicht fortzusetzen im Stande ist, sobald ihm nicht die Astronomie zu Hülfe kommt. Wie sich's von selbst versteht, muß der Kapitän zu jeder Stunde genau wissen, wie weit er sich im Norden oder Süden, im Osten oder im Westen auf der Erdkugel befindet.

Was nun Norden oder Süden anbetrifft, da hat es der Schiffskapitän sehr leicht. Er braucht nur die Höhe der Sonne um Mittag, die Höhe einzelner Sterne des Nachts zu beobachten, um sofort zu wissen, auf welchem Strich er sich von Nord oder Süd befindet. Die Sterne des Himmels stehen in Bezug auf Norden und Süden fest. Der Sternenhimmel sieht im Norden anders aus als im Süden, und hieraus aus dem Anblick des Himmels, kann sich der Führer des Schiffes recht gut zurecht finden. Aber was Ost und West betrifft, da ist er schlimm dran. Die Erde nämlich dreht sich in einem fort von Westen nach Osten. Alles, was im Osten am Himmel zu sehen ist, wird nach einigen Stunden viele Meilen weit auch im Westen zu sehen sein, wenn sich die Erde erst so weit gedreht haben wird. Der Schiffsführer kann nun der gescheidteste Astronom sein, er wird trotzdem nicht wissen können, ob er sich seit seiner Abfahrt aus der Heimat nach Osten oder nach Westen bewegt hat.

Aus dieser Verlegenheit kann ihn nur Eins retten,

und das ist, wenn ihm Jemand genau sagen kann, wie spät es augenblicklich in der Heimath ist. Blickt er z. B. auf seine Uhr oder mißt er die Höhe der Sonne und sieht, daß es gerade Mittag ist, so ist er aus aller Verlegenheit, sobald er nur weiß, ob in diesem Augenblick in seiner Heimath Vor- oder Nachmittag ist. Ist es in der Heimath noch vor dem Mittag, so weiß er, daß die Heimath im Westen liegt, er also nach Osten gefahren ist; ist es in der Heimath schon Nachmittag, so ist es klar, daß sie im Osten liegt und er also westlich gefahren sein muß. — Hat nun der Kapitän eine gute Schiffs-Uhr aus der Heimath mitgenommen, die ihm jederzeit zeigt, was die Glocke in der Heimath geschlagen hat, so kann er aus dem Unterschiede dieser Uhr und der seinigen, die er täglich nach der Sonne stellt, sehr genau wissen, wie viel er östlich oder westlich von der Heimath entfernt ist.

Was aber macht ein Schiffsführer, der Monate lang auf dem Meere ist und die ganze Zeit also nicht im Stande war, seine Heimaths-Uhr zu reguliren, die unmöglich mehr genau richtig gehen kann, weil Kälte und Wärme und Schiffs-Erschütterungen niemals ohne Einfluß auf den Gang derselben sind? Was macht er gar, wenn er einmal vergessen hat, die Uhr aufzuziehen und diese stehen geblieben ist? Woher soll er wissen, wie spät es in der Heimath ist, und wie soll er sich auf dem Meere zurecht finden?

In diesen und ähnlichen Fällen, die gar zu häufig vorkommen, hilft ihm, wie wir im nächsten Abschnitt

zeigen werden, am leichtesten eine Mond- oder Sonnenfinsterniß auf dem Planeten Jupiter aus der Noth. —

IV. Wie die Geschwindigkeit des Lichtes gemessen wurde.

Jupiter nämlich hat vier Monde, die sich um ihn herum im Kreise bewegen, und die schon mit einem guten Taschenfernrohr gesehen werden können. Von diesen vier Monden steht bald der eine oder der andere so, daß sein Schatten auf Jupiter fällt, oder es tritt der eine oder der andere in den Schatten Jupiters so, daß er plötzlich unsichtbar wird. Schauspiele dieser Art, die man alle sehr bequem beobachten kann, kommen im Jahre außerordentlich häufig vor; und diese Schauspiele werden ganz genau jahrelang vorausberechnet und in Büchern notirt, wann diese und diese Erscheinung eintreffen wird. — Der Schiffskapitän, der sich solch ein Buch mit Vorausberechnungen mit auf die Reise nimmt, findet in demselben genau Stunde, Minute und Sekunde angegeben, wann jedesmal dergleichen am Himmel passirt, und zwar ist die Zeit auf's allergenaueste nach dem Heimaths-Ort berechnet.

Ist nun die Heimaths-Uhr des Schiffes abgelaufen, oder fürchtet der Seefahrer, daß sie nicht genau richtig geht, so braucht er nur sein Fernrohr zur Hand zu nehmen und irgend eine Finsterniß auf dem Jupiter

abzuwarten. Sobald er diese sieht — und solche ist immer sehr leicht zu bemerken — schlägt er sein Buch nach und findet, wie spät es daheim in diesem Augenblick ist, und somit ist er im Stande, die ihm so nothwendige Heimaths-Uhr in Ordnung zu bringen.

Zwar giebt es noch einige Himmels-Erscheinungen, die dem Schiffsführer aus gleicher Verlegenheit helfen können, keine jedoch ist so leicht und einfach und genau, wie die Beobachtung der Verfinsterungen auf dem Planeten Jupiter, und es wird Jedermann nunmehr einsehen, daß die Verfinsterungen uns wohl etwas angehen und deren Berechnungen für uns vom größten praktischen Nutzen sind.

Wer diese Zeilen beim Genuß seines Kaffe's oder Thee's liest, ohne viel an den Nutzen der Schifffahrt zu denken, der möge wohl überlegen, daß sein Lieblingsgetränk wahrscheinlich noch einmal so theuer sein würde, wenn nicht die Fahrten auf dem Meere durch die Verfinsterungen auf dem Jupiter leicht zu regeln wären, und er wird zugeben müssen, daß uns die Astronomie selbst dann sehr zu Nutze kommt, wenn wir, im Trocknen sitzend, ihrer am allerwenigsten gedenken.

Was aber hat das Alles mit der Geschwindigkeit des Lichtes zu thun?

Das wollen wir sogleich sehen.

Die Verfinsterungen der Jupitermonde waren recht eigentlich die Ursache, hinter den Gedanken zu kommen, daß das Licht eine Zeit braucht, um durch den Raum zu fliegen, und das weitere Nachdenken brachte es

heraus, wie schnell dieser Flug ist oder wie weit das Licht in jeder Sekunde sich fortbewegt.

Wie bereits gesagt, ist es von großer praktischer Wichtigkeit, die Verfinsterungen auf dem Planeten Jupiter recht genau auf Minute und Sekunde zu berechnen, und hierzu war eine geraume Zeit nöthig, um die Umläufe und Verfinsterungen jedes einzelnen der vier Monde recht genau zu beobachten.

Allein hierbei fand sich ein merkwürdiger, für den ersten Augenblick sehr auffallender Umstand.

Wir haben es bereits gesagt, daß der Planet Jupiter zuweilen der Erde 20 Millionen Meilen näher steht, als der Sonne und zuweilen von der Erde 20 Millionen Meilen entfernter ist, als von der Sonne. Kommt nämlich die Erde bei ihrem Umlauf um die Sonne zwischen Jupiter und Sonne zu stehen, so ist ihr Jupiter um diese Strecke näher; ungefähr nach sechs Monaten aber hat die Erde ihren halben Lauf vollendet und steht dann auf der entgegengesetzten Seite; sie ist also von Jupiter um 40 Millionen Meilen entfernter, als vor einem halben Jahre. — Nun aber zeigt sich der Umstand, daß die einfache Vorausberechnung der Finsternisse auf Jupiter niemals stimmt. Ist nämlich der Jupiter der Erde am nächsten, so kommt die Verfinsterung um acht Minuten zu früh; ist Jupiter der Erde am entferntesten, so tritt die berechnete Erscheinung um acht Minuten später, als die mittlere berechnete Zeit ein.

Dies hat man nicht einmal, sondern an die hundert

Male beobachtet und den Grund davon auch ganz richtig herausgefunden. Er liegt darin, daß wenn wir Jupiter 20 Millionen Meilen näher sind, als in der mittleren Entfernung, das Licht nicht nöthig hat, diese 20 Millionen Meilen zu laufen, um die Erscheinung uns zu zeigen; befindet sich die Erde aber nach sechs Monaten 40 Millionen Meilen weiter ab vom Jupiter, so sehen wir die Finsterniß erst, wenn das Licht diese Strecke durchlaufen hat. Hieraus aber ergiebt sich mit Leichtigkeit, daß das Licht 20 Millionen Meilen in acht Minuten durchläuft, und das macht auf die Sekunde circa einundvierzigtausend Meilen.

Und dies Resultat hat sich auf's glänzendste durch eine andere erhabene Entdeckung bestätigt.

V. Die weiteren Bestätigungen.

Es war im Jahre 1676, als der dänische Naturforscher Olaw Römer die herrliche Entdeckung machte, daß die Verzögerungen, welche sich an den Verfinsterungen der Jupiter-Monde zeigten, so oft die Erde sich von diesem Planeten entfernte, nur daher rühren, daß das Licht, der Bote, der uns von dem, was in der Ferne vorgeht, Bescheid bringt, sich durch vergrößerte Entfernung verzögert, und also seine Botschaft später ausrichtet, als es in der Nähe der Fall wäre. Derselbe geistvolle Astronom berechnete auch gleich die

größer werdende Entfernung und die stattgehabte Verzögerung des Lichts und zeigte, daß sich das Licht in jeder Sekunde an 41,000 Meilen im Raum fortbewegt.

Wie es mit allen erhabenen Erfindungen und Entdeckungen geht, ging es auch hier. Es trat dieser Entdeckung der große Zweifel entgegen, ob denn überhaupt aus dem einen Beispiel des Jupiters ein allgemeiner Schluß gezogen werden dürfe. Es wäre möglich, daß jede Art von Licht, daß das Licht jedes Sternes etwa eben so eine verschiedene Geschwindigkeit besitze, wie es eine verschiedene Helligkeit der Farbe besitzt. Aus dem einen Fall, aus dem, was in dem Mondensystem des Planeten Jupiter vor geht, und aus den Erscheinungen, die sich an demselben für uns zeigen, läßt sich in der That nicht viel auf die Natur des Lichtes schließen; es wäre ja möglich, daß gerade nur das Licht dieses Planeten jene Geschwindigkeit hätte, während es bei anderem Lichte ganz anders ist.

Indessen folgte dem Zweifel, wie das immer bei größeren Entdeckungen zu geschehen pflegt, die Beobachtung neuer Thatsachen, und es zeigte sich bald eine Bestätigung der Wahrheit, die nicht leicht glänzender möglich ist.

Schon bei den Erscheinungen, die sich am Jupiter zeigen, darf man nicht außer Acht lassen, daß es nicht Jupiters und seiner Monde eignes Licht ist, welches wir überhaupt sehen. Jupiter ist ein an sich dunkler Planet, der erst von der Sonne erleuchtet wird, und

seinen Monden geht es ebenso. Gerade daß die Verfinsterungen Jupiters und der Monde stattfinden, so oft sie sich gegenseitig das Sonnenlicht entziehen, gerade das giebt an sich schon den schlagendsten Beweis, daß wir am Jupitersystem die Natur des Sonnenlichts kennen lernen, welches auf den Jupiter hingelangt und von dort erst zurückgestrahlt wird nach allen Richtungen. Die gefundene Geschwindigkeit des Lichts ist also eigentlich die des Sonnenlichts, und da das ganze Sonnensystem, da sämmtliche Planeten sammt ihren Monden vom Sonnenlicht erleuchtet werden und nur durch dieses für unser Auge wahrnehmbar sind, so hätte man wohl das Recht, das was beim Jupiter sich zeigte, als ein Gesetz anzuerkennen, das dem Sonnenlicht eigen ist und also im ganzen Sonnensystem gilt. Indessen ließ sich noch immer der Einwand erheben, daß es vielleicht nur der Planet Jupiter und seine Monde sein könnten, die das Sonnenlicht in solcher Geschwindigkeit zurückstrahlen, ohne daß es nothwendig ist, daß ein gleiches allenthalben geschieht. —

Durch die Entdeckungen der Monde des noch entfernteren Planeten Saturn und durch die Berechnung und Beobachtung der auch bei diesen stattgehabten Verfinsterungen hat sich aber gezeigt, daß das, was für Jupiter gilt, auch für die übrigen Planeten der Fall ist. Auch diese Verfinsterungen verspäten sich scheinbar, so oft die Erde sich von dem Planeten entfernt; und auch hier ist die Verspätung genau dieselbe wie beim Jupiter, so daß es klar ist, daß die am Jupiter ent-

deckte Geschwindigkeit des Lichts nicht von einer besonderen Eigenschaft des Jupitersystems, sondern von der Natur des Sonnenlichtes abhängig ist.

Aber die Entdeckung sollte nicht nur innerhalb des Sonnensystems, sondern in die Unendlichkeit weit hinaus ihre Bestätigung finden und durch das ganze unendliche Bereich des Weltraumes bewahrheitet werden.

Von keinem Gesetz der Natur kann man ein Gleiches mit Sicherheit behaupten.

Das allgemeine Gesetz der Schwere, der Anziehung, welches Newton entdeckt hat, hat er zwar auch ursprünglich nur auf das Sonnensystem bezogen, und es fand sich durch die später erst erfolgte Entdeckung der Doppelsterne, daß es gleichfalls unter den Fixsternen Geltung habe. Es ist hiernach die größte Wahrscheinlichkeit vorhanden, daß das Gesetz der Anziehung, wie es bei uns hier auf Erden herrscht, auch in den unendlichen Räumen des ganzen Weltalls herrschend ist. Aber selbst von diesem so vollständig allgemein gültigen Gesetz der Natur kann man dies nicht mit solcher Sicherheit sagen, wie von dem Gesetz der Geschwindigkeit des Lichtes, denn es steht durch die glänzende Entdeckung des englischen Astronomen Bradley fest, daß nicht nur das Licht der Sonne diese Geschwindigkeit habe, sondern daß das Licht sämmtlicher Fixsterne ohne Ausnahme mit gleicher Geschwindigkeit den Raum durcheilt.

Die Entdeckung Bradley's ist unter dem Namen die Ab-Irrung des Lichtes, „die Aberration“,

in der Wissenschaft bekannt, und wir wollen es im nächsten Abschnitt versuchen, dieselbe, wenigstens im Allgemeinen, unsern Lesern vorzuführen.

VI. Die Entdeckung Bradley's.

Die herrliche Entdeckung Bradley's, die den Beweis führte, daß es wirklich dem Menschengeist gelungen ist, ein Gesetz zu erforschen, welches nicht nur in dem großen Raum des Sonnensystems Geltung hat, sondern auch weit in die Unendlichkeit hinaus und über alle Räume hinweg, zu welchem sich kaum mehr die Phantasie zu erheben vermag, — diese Entdeckung Bradley's beruht auf folgendem Lehrsatz:

Die Geschwindigkeit des Lichtes der Sterne durch den Weltraum, verbunden mit der Bewegung der Erde in ihrer Bahn, bringt es zu Wege, daß wir die Sterne nicht an dem Orte sehen, wo sie wirklich stehen, sondern ein klein wenig nach der Seite hin geschoben, nach welcher hin sich die Erde bewegt.

Um diesen Zustand möglichst einfach zu erklären, müssen wir uns an ein Beispiel halten, das im gewöhnlichen Leben recht gut denkbar ist.

Stellen wir uns vor, daß ein muthwilliger Verbrecher eine Kugel abschießt auf einen im vollen Zuge ihm vorüberfahrenden Eisenbahn-Wagen, und daß die Kugel stark genug ist, durch die beiden Wände des Wagens zu gehen, so daß sie auf der einen Seite in

den Wagen eintritt und zur gegenüberstehenden Wand wieder hinausfliegt.

Es läßt sich denken, daß man, um genau zu wissen, wie es bei dieser Missethat zugegangen ist, den Wagen oder richtiger die Löcher in beiden Wänden untersuchen wird, und wenn dies geschieht, so findet man, daß die Kugel einen ganz eigenthümlichen Lauf durch den Wagen genommen hat. Nehmen wir an, der Thäter habe sein Gewehr so gerichtet gehabt, daß der Schuß genau quer durch den Wagen hätte gehen müssen, so wird die Untersuchung ergeben, daß dies durchaus nicht der Fall ist. Die beiden Löcher in den gegenüberstehenden Wänden werden nicht so gerichtet sein, daß sie sich gegenüberstehen, sondern das Loch, das die Kugel beim Eintritt in den Wagen macht, wird ein wenig nach vorn, das Loch, das die Kugel beim Austritt aus dem Wagen macht, wird ein wenig weiter nach hinten liegen. Wollte man eine Stange durch beide Löcher stecken, so würde die Stange nicht in gerader Richtung mit den Bänken des Wagens, sondern sie würde schräg zu liegen kommen, und Jemand, der dies sieht, würde behaupten, der Schuß kann unmöglich gerade gezielt gewesen, sondern müsse von vorne hergekommen sein.

Und doch ist der Schuß ganz gerade gerichtet gewesen und die Kugel ist auch ganz gerade, d. h. senkrecht durch die Bahn gelaufen, obgleich sie durch den Wagen in schiefer Richtung gelaufen zu sein scheint.

Woher aber kommt das?

Ein wenig Nachdenken wird dies leicht erklärlich machen.

Der Wagen war im vollen Lauf begriffen. Als die Kugel die erste Wand durchbohrt hatte und nach der zweiten hinflog, mußte sie durch die Breite des Wagens ihren Weg nehmen. In der Zeit aber, daß die Kugel diesen kleinen Weg von einer Wand zur andern machte, lief der Wagen ein Stück vorwärts. Als die andere Wand wirklich von der Kugel durchschossen wurde, konnte dies nicht mehr an der Stelle stattfinden, wo es der Fall gewesen wäre, wenn der Wagen ruhig gestanden hätte, sondern es geschah um ein so großes Stück hinter dieser Stelle, als der Wagen in der Zeit vorwärts lief.

Ganz dasselbe aber findet bei dem Lichtstrahl statt, der von irgend einem Sterne her auf die sich fortbewegende Erde fällt. Denken wir uns einen Astronomen, der durch ein Fernrohr nach einem Stern blickt, so befindet sich der Astronom sammt dem Fernrohr, durch das er blickt, und mit der Erde, auf der er und sein Instrument steht, im vollsten Lauf auf der Bahn um die Sonne. Der Lichtstrahl braucht offenbar eine Zeit, um von dem vorderen Glase des Fernrohrs bis zum hintern Glase, wo das Auge des Astronomen ruht, zu gelangen, während dieser Zeit aber geht die Erde ein Stück in ihrer Bahn vorwärts. Der Lichtstrahl würde also das Fernrohr gleich unserer Kugel schräg durchschießen, d. h. der Stern würde nicht gerade durch die Mittellinie des Fernrohres gehen, wenn wirklich

das Fernrohr nach der Stelle gerichtet wäre, wo der Stern steht. Will aber der Astronom den Stern in diese Mittellinie haben, so muß er das Fernrohr ein wenig nach vorn richten, d. h. dahin neigen, wohin die Erde in ihrem Lauf sich befindet, das heißt aber nichts anderes, als: der Stern ist an einer Stelle am Himmel sichtbar, wo er in Wahrheit gar nicht steht! —

Ganz aber wie es mit dem Fernrohr der Fall ist, ganz so ist es mit dem bloßen Auge der Fall. Auch unser Auge ist eine Art Fernrohr. Der Lichtstrahl eines Sternes, der gesehen werden soll, muß durch die Vorderwand des Auges eintreten, um bis zur Netzhaut zu gelangen, woselbst der Nerv sich ausbreitet, der das Licht empfindet. Aber selbst zu diesem kleinen Stückchen Raum braucht das Licht, das so schnelle, unglaublich schnelle Licht eine Zeit, und während dieser so sehr unglaublich kleinen Zeit ist die Erde ein Stück vorwärts gerückt; der Lichtstrahl geht also auch hier schräg und wir erhalten den Eindruck desselben von einer Stelle des Himmels her, wo in Wahrheit gar kein Stern steht! —

Diese Erscheinung nennt man die Aberration oder die Ab-Irrung des Lichtes, und die Bedeutung dieser höchst merkwürdigen Entdeckung wollen wir nunmehr in Kurzem unsern Lesern vorführen.

VII. Wie Bradley die Ab-Irrung des Lichtes entdeckte.

Schon die Art und Weise, wie die Ab-Irrung des Lichtes entdeckt wurde, ist ebenso merkwürdig wie interessant.

Wie in vielen Zweigen der Wissenschaft ging es auch hierbei, daß der Entdecker eigentlich etwas ganz anderes suchte und bei dieser Gelegenheit auf Erscheinungen stieß, die ihm als unerklärlich auffielen, und während das Gesuchte nicht gefunden werden konnte, gab das Suchen die Veranlassung zu einer neuen, nicht vermutheten Entdeckung.

Bradley, der Entdecker der Aberration des Lichts, wollte eigentlich die schon von allen Astronomen vergeblich angestellten Beobachtungen wiederholen, um die Entfernung eines Fixsterns von der Erde zu erforschen. Er wußte freilich, daß diese Entfernung außerordentlich groß sein müsse, daß selbst der nächste Fixstern wohl millionenmal entfernter von uns sein müsse, als die Sonne; allein er hoffte dennoch durch getreue Beobachtungen eines Sternes während eines ganzen Jahres hinter dies Geheimniß zu kommen.

Er stellte sich vor, daß wenn er sein Fernrohr auf einen Stern richten würde, der genau seitwärts von der Bahn liegt, in welcher die Erde um die Sonne läuft, so müßte es sich doch wohl im Laufe des Jahres zeigen, daß der Stern scheinbar seinen Ort verändere, und dies

wäre ihm genügend gewesen, um dadurch die Entfernung dieses einen Sternes von der Erde zu erkennen.

Nach seiner Vorstellung müßte der Stern zur Zeit, wo die Erde demselben nach rechts vorüberläuft, ein wenig aufwärts zu steigen scheinen; zur Zeit, wo die Erde in ihrer Bahn wieder zurück nach links läuft, müßte der Stern eine scheinbare Bewegung nach rechts machen; und wenn die Erde sich wieder in ihrer Bahn aufwärts bewegt, müßte der Stern scheinbar eine Bewegung abwärts zeigen. Bradley hoffte, daß es ihm so gelingen würde, im Laufe eines Jahres, wo die Erde einen großen Kreis um die Sonne beschreibt, am Stern einen entgegengesetzten kleinen scheinbaren Kreislauf zu bemerken, und aus dem Verhältniß des großen Kreises der Erde zu dem kleinen, den der Stern scheinbar machen würde, wollte er die Entfernung des Sternes von der Erde berechnen.

Sein Plan war vollkommen wissenschaftlich richtig; nur war zur damaligen Zeit noch nicht das Fernrohr zu solchen feinen Beobachtungen ausreichend genau gearbeitet, und es gelang derselbe Plan erst in unseren Zeiten dem großen Astronomen Bessel, dessen Scharfsinn und Beobachtungsgabe noch die Verbesserung des Fernrohrs zu Hilfe gekommen war.

Bradley sah das, was er suchte, nicht. Der Stern machte nicht jene Scheinbewegung, die er zu sehen hoffte; aber dafür sah er etwas anderes und zwar, daß der Stern nicht immer an demselben Orte zu stehen scheine, sobald die Erde eine andere Richtung in ihrem Laufe

annehme. Genaue, scharfe, jahrelange Beobachtungen zeigten ihm, daß der Stern, statt zurückzuweichen, wenn die Erde sich bei ihm vorüber bewegt, sich gerade umgekehrt nach vorwärts zu bewegen scheint, und diese seinen Vermuthungen fast ganz entgegengesetzten Erscheinungen führten ihn auf den wahren Gedanken, den wir bereits angegeben haben, auf den Gedanken, daß der Lichtstrahl sowohl in seinem Lauf durch das Fernrohr wie durch unser Auge wegen der gleichzeitig stattfindenden Bewegung der Erde von seiner Richtung abweichend erscheinen muß.

Was Bradley nur an dem einen Stern bemerkte, daß nämlich sein abirrender Strahl ihn uns an einer Stelle zeigt, wo er in Wahrheit nicht steht, das hat sich bei allen Sternen bestätigt gefunden, und aus dem Umstand, daß diese Abirrung des Lichtstrahls an allen Fixsternen gleich groß ist, ist der Beweis geführt, daß alles Licht, es möge herkommen, von welchem Weltkörper es wolle, und herrühren, von welcher Weltgegend es sei, immer mit derselben Geschwindigkeit von 41,000 Meilen in der Sekunde sich bewege.

Bedenken wir aber, daß es eben so kleine wie große, hellleuchtende wie schwachleuchtende Sterne giebt, ebenso das Licht der fernsten wie der nahen Sterne zu uns gelangt, und daß trotzdem jeder Lichtstrahl dem gleichen Gesetz unterworfen ist und also immer dieselbe Geschwindigkeit besitzt, so haben wir in diesem Gesetz des Lichtes nicht nur ein solches, das durch alle Räume des Weltalls gültig ist, sondern auch eins, das für jede

Art von Licht gilt, es sei fern oder nah', es sei groß oder klein. — Ja, die Wahrheit dieses Gesetzes von der Geschwindigkeit des Lichtes gilt auch für alle vergangenen Zeiten, denn wir werden sofort sehen, daß man das Recht hat zu schließen, es sei das Licht vor Millionen von Jahren auch nicht anders, und dessen Geschwindigkeit dem jetzigen ganz gleich gewesen. —

VIII. Ein Blick in die Unendlichkeit der Welt.

Man darf die Behauptung aufstellen, daß es erst, seitdem die Geschwindigkeit des Lichtes erforscht worden, dem Menschengeist gelungen ist sich einen großartigen Maßstab für das Begreifen unendlicher Zeiten und unendlicher Räume zu schaffen.

Eine Sekunde ist eine so kleine Zeit, und 41,000 Meilen ist dagegen ein so ungeheurer Raum, daß hierzu eine Kühnheit des Gedankens gehört, diesen ungeheuren Raum einer so geringen Zeit gleich zu setzen. Nun läßt es sich zwar nicht leugnen daß die Philosophen aller Zeiten mit dem Gedanken der Unendlichkeit stets ein sehr kühnes Spiel getrieben und daß es an Vorstellungen von unendlichen Zeiten und unendlichen Räumen nicht gefehlt hat. Allein es ist ganz etwas anderes, wenn Gedanken dieser Art nur ein Ausfluß abstrakter Ideen, oder wenn sie aus den Beobachtungen einer Welt der Wirklichkeit entnommen sind. Es ist ganz

etwas anderes, wenn der menschliche Geist sich nur mit leeren Zahlen beschäftigt und unendliche Summen in Ziffern ausdrückt, als wenn er sich sagt, daß in der wirklichen Welt eine Geschwindigkeit vorhanden und wirksam ist, von der sich Jeder überzeugen kann, daß in dieser Geschwindigkeit eine kleine Sekunde einen für unsere Begriffe unendlich großen Raum von 41,000 Meilen umfaßt.

In der That hat die Vorstellungskraft der Menschen durch diese Entdeckung einen höheren Aufschwung genommen und zugleich eine festere Grundlage in der Wirklichkeit erhalten. Aus der erkannten Geschwindigkeit des Lichtes, im Verein mit der weiter fortgeschrittenen Forschung, welcher es in neuerer Zeit wirklich gelungen ist, die Entfernung einiger Fixsterne zu messen, erschließen sich dem menschlichen Geist sichere und feste, auf Natur-Wahrheiten gegründete Annahmen über das Weltall, die sonst nur zu den leeren Phantasien gehörten, mit welchen man ein um so harmloseres Spiel zu treiben im Stande ist, je weniger Naturwahrheit dahinter steckt.

Was Bradley vergebens gesucht hatte, gelang nämlich in den letzten Jahren mehrfach. Der unsterbliche Astronom Bessel vermochte die Entfernung des wahrscheinlich der Sonne nächsten Fixsternes zu messen. Es ist dies ein kleiner Stern im Sternbild des Schwanes, welcher dem Auge keine besondere Merkwürdigkeit darbietet, der aber durch seine sehr merklichen Ortsveränderungen die Aufmerksamkeit der Astronomen auf sich gezogen hatte. Bessel's unvergleichlich genaue Messun-

gen und Beobachtungen entdecken, daß wirklich an diesem Stern die jährliche scheinbare Bewegung zu merken ist, welche durch den Umlauf der Erde um die Sonne hervorgebracht wird. Der Stern beschreibt scheinbar einen äußerst kleinen, der Umlaufsbahn der Erde entgegengesetzten Kreis, und aus der genauen Messung dieses Kreises ergab sich, daß der Stern, wahrscheinlich der nächste Fixstern, in einer Entfernung von etwa elf und ein halb Billionen Meilen von der Sonne sich befindet.

Eine Entfernung dieser Art ist für die menschliche Vorstellungsgabe vollkommen unerfaßlich. Ein Dampfwagen, der täglich 200 Meilen zurücklegt, würde nicht weniger als 160 Millionen Jahre brauchen, um zu diesem Stern zu gelangen. Nur durch die Geschwindigkeit des Lichtes vermag man sich einen nähern Maßstab für diese Entfernung zu verschaffen. Das Licht dieses Sternes braucht eine Zeit von acht Jahren und acht Monaten, um zu uns zu gelangen.

Den Astronomen Struve und Argelander sind noch einige Messungen gelungen, aus welchen sich die Entfernungen anderer Fixsterne mit gleicher Sicherheit ergeben. Die Resultate sind denen Bessel's ähnlich und man hat Ursache, die ungefähre Entfernung eines Fixsternes vom andern so anzunehmen, daß das Licht einen Zeitraum von mehreren Jahren braucht, um von einem zu andern zu gelangen.

Ist dem aber so, so ist dem menschlichen Geiste ein verständlicherer Blick in die Unendlichkeit der Räume und somit auch in die Unendlichkeit der Zeiten eröffnet.

Nehmen wir an, daß durchschnittlich ein Fixstern vom andern eben so entfernt ist, wie die Sonne von dem Fixstern im Schwan, so ist es klar, daß von zehn Sternen, die scheinbar neben einander am Sternenhimmel stehen, Einer zehnmal entfernter von uns ist, als der nächste. Sein Licht braucht also siebenundachtzig Jahre, um zu uns zu gelangen.

Nun aber giebt es Stellen am Himmel, wo das Fernrohr Hunderte, ja sogar Tausende von Sternen in einer Richtung stehend zeigt. Unter diesen Hunderten ist ohne Zweifel einer, der hundertmal weiter entfernt ist, als der uns nächste. Sein Licht braucht also fast ein Jahrtausend, um bis zu uns zu kommen. Wo man Tausende beisammen sieht, ist ohne Zweifel auch ein Stern darunter, dessen Licht, das jetzt in unser Auge fällt, bereits zehntausend Jahre unterwegs ist. — Beweist aber das Gesetz der Ab-Irrung des Lichtes, daß auch dessen Licht dieselbe Geschwindigkeit hat, die wir am Lichte überhaupt beobachten, so sehen wir, daß wir hier in der erforschten Geschwindigkeit des Lichtes ein Naturgesetz haben, dessen Wahrheit zurückgreift in zehntausend Jahre, in eine Zeit, von welcher unsere Voreltern glaubten, daß da die Welt noch gar nicht geschaffen gewesen sei!

All' das sind jetzt nicht mehr Phantasien, geistreiche Einfälle, sondern wirkliche, auf Naturwahrheiten gegründete Schlüsse.

IX. Vergangenheit und Ewigkeit.

Obwohl wir uns bei Betrachtung der Natur nicht gern von dem Boden der wirklichen Beobachtung entfernen, uns noch weniger gern auf das Gebiet der Gedankenspiele, der Spekulation, verirren, so können wir doch dem Reiz nicht widerstehen, bei dem diesmaligen Thema von unsern Grundsätzen hierin abzuweichen.

Die Geschwindigkeit des Lichts, welches in so ungemein kurzer Zeit so ungeheure Räume durcheilt, und wiederum der Gedanke, daß dieser Bote aus der Ferne oft Jahrtausende unterwegs ist und uns Nachrichten bringt aus Zeiten, welche längst geschwunden sind; dies zusammen führt unwillkürlich unsern Geist zur Betrachtung und Vergleichung von Raum und Zeit, und regte ihn zu Gedanken an, die im höchsten Grade interessant sind und die wir unsern Lesern hier nicht vorenthalten wollen.

Wir folgen bei diesen Betrachtungen einer kleinen Schrift, welche ein uns unbekannter scharfsinniger Denker vor mehreren Jahren in Breslau herausgab, einem Schriftchen, welches das Verdienst der Kürze und des Gedankenreichthums in so hohem Maße besitzt, daß wir nicht umhin können, zu wünschen, daß dessen Verfasser die Lesewelt mit ferneren Gaben derart erfreuen möge *).

---

*) Der Titel dieses Schriftchens ist: „Der Mensch und die Sterne von X. Y. Z. Breslau 1846.“

Der ungenannte Verfasser stellt seine sinnigen Betrachtungen in folgender Weise an:

Es ist eine bekannte Wahrheit, daß das Licht zu uns von Sternen herkommt, die möglicherweise bereits vor Jahrtausenden untergegangen sind. Das Licht ist der Bote aus vergangenen Zeiten und zeigt uns Dinge, die in Wahrheit nicht mehr existiren. Denken wir uns nun ein Auge mit so scharfem Blick begabt, daß es nicht nur das Licht eines Sternes, sondern auch das Licht all' der Gegenstände, der Wesen und ihrer Umgebung genau sieht, welche auf dem Sterne vorhanden sind, so würde dieses Auge Vorgänge und Thatsachen auf den Sternen sehen, welche einer längst untergegangenen Zeit angehören.

Ganz dasselbe wird auch auf fernen Sternen der Fall sein, wenn dort ein Wesen existirt, das einen so ungeheuer scharfen Blick hat, daß es nicht nur unsere Erde sieht, sondern daß es auch all' das zu sehen vermag, was auf derselben vorgeht. Mag das Auge dieses Wesens an sich noch so scharfsichtig, mag es mit unendlich besseren Fernröhren versorgt sein; es wird, gleichviel, Dinge auf unserer Erde sehen, die für uns schon nicht mehr existiren.

Ein solches Auge auf dem Monde würde freilich nur die Dinge auf Erden sehen, die eine Sekunde vorher passirten. Ein solches Auge auf der Sonne würde Dinge auf Erden sehen, die acht Minuten vorher stattfanden; und das will eben wenig sagen. Aber versetzen wir ein solches Auge auf einen Fixstern,

dessen Licht erst in zehn Jahren zur Erde dringt, so wird dieses Auge die Erde und alles, was auf ihr vorgeht, noch so sehen, wie es vor zehn Jahren war. Alle, die im Laufe der letzten zehn Jahre gestorben sind, existiren für jenes Auge noch immer. Dinge, die innerhalb der zehn Jahre geschehen sind, haben dort noch gar nicht begonnen. Die Märzrevolution des Jahres 1848 ist erst im Jahre 1858 bis zu jenem Fixsterne gelangt. Das Auge, das wir uns dort denken, hat erst im Jahre 1858 all' das gesehen, was wir als längst vergangen betrachten. Die Nachricht, oder richtiger das Licht, welches all' dies, was auf Erden passirt ist, zeigt, ist noch unterwegs zu dem ersten Fixstern, und auf diesem Wege ist irgendwo ein Ort vorhanden, wo in diesem Augenblick das wirklich vollständig existirt, was längst dahin ist.

Es giebt aber Sterne, die dreißigmal so entfernt sind, als der betrachtete Fixstern. Hier gelangt jetzt das Licht von all' dem hin, was vor dreihundert Jahren auf Erden passirt ist. Ein Auge, das wir uns dort denken, sieht Luther umherwandeln. An irgend einer Stelle des unendlichen Raumes steht der große Reformator noch vor dem Reichstag. Aber noch weiter und immer weiter ist der Raum des Weltalls. In irgend einem Punkte dieses Raumes entdeckt Columbus erst Amerika.

An einem andern noch ferneren Punkte lebt Mohamed noch, an einem noch entfernteren wandelt Jesus noch unter den Lebenden. In noch weiterer

Ferne existirt Moses noch, und in noch weiterer Ferne durchzieht jetzt Abraham das Land seines Erbes. —

Aber auch alles, was zwischen diesen Zeiten der Vergangenheit liegt, all' das existirt noch irgendwo, sobald man das Auge an die richtige Stelle bringt, wo das Licht eben erst anlangt. — Es ist hiernach alles, was vergangen ist, immer noch vorhanden, es geht alles noch irgend wo vor. Je weiter wir durch den Raum dringen, desto tiefer dringen wir in die Vergangenheit zurück, und hieraus folgt die Konsequenz, daß wenn der Raum unendlich ist, auch alles, was geschehen ist, ewig ist. — Die Vergangenheit ist eine Ewigkeit!

Wir können den interessanten Vorstellungen dieser Art die innere Wahrheit nicht absprechen und haben uns auch nicht versagen mögen, diese Gedanken in unsern Lesern einmal anzuregen; allein wir sind eingedenk, daß sie nicht mehr in das Gebiet der Naturwissenschaft hineingehören, und indem wir jeden Liebhaber solcher Ideen auf das Gebiet der Spekulation verweisen, wollen wir zur Wirklichkeit zurückkehren und im folgenden Abschnitt unser Thema von der Geschwindigkeit des Lichts mit einer Betrachtung des Lichts im Bereich unseres Sonnensystems beschließen.

X. Schlußbetrachtung.

Während die Entfernung der Fixsterne von uns eigentlich nur von wenigen derselben genauer bekannt

ist, sind die Entfernungen im Sonnensystem mit außerordentlicher Genauigkeit bereits gemessen; mit größerer Genauigkeit als man die Entfernung zweier Hauptstädte auf der Erde von einander anzugeben vermag.

Indem nun die Geschwindigkeit des Lichts gleichfalls bekannt ist, kann man von Allem, was im Sonnensystem sichtbar ist, mit Genauigkeit angeben, wann der Bote der Erscheinung, das Licht, seinen ursprünglichen Ort verlassen, wie lange er unterwegs sich aufhielt und wie viel Zeit er brauchte, um bis zu uns zu kommen.

Wir wollen einmal einige Angaben dafür hier machen.

Im ganzen Sonnensystem hat nur die Sonne allein eignes Licht; alle anderen Himmelskörper, sowohl Planeten wie Monde sind finster, sobald sie nicht von der Sonne beleuchtet werden.

Wenn wir also einen Planeten oder einen Mond derselben sehen, sehen wir nicht sein Licht, sondern das der Sonne, welches er nach allen Richtungen zurückstrahlt. Wollen wir nun wissen, wie lange es her ist, daß dieser Lichtstrahl aus seiner Quelle entsprungen ist, so müssen wir erstlich die Zeit veranschlagen, die er brauchte, um von der Sonne bis zu dem bestimmten Planeten zu kommen, und die Zeit hinzurechnen, welche der Lichtstrahl in seiner Wanderung vom Planeten bis zu uns zubrachte.

Das Licht der Sonne braucht acht Minuten, um zu uns zu gelangen. Da nun alles Licht der Himmelskörper, das wir zu sehen bekommen, erst von der Sonne

kommt, so ist es immer mindestens acht Minuten alt. Einen Lichtstrahl von geringerem Alter kennen wir nicht; dafür aber haben wir bei den Planeten eine reiche Auswahl, uns Licht von jedem Alter zu verschaffen und die Natur desselben zu untersuchen, ob es durch das Alter irgendwie sich verändert. Eine Veränderung dieser Art hat sich indessen nicht gezeigt.

Der der Sonne nächste Planet ist Merkur. Seine Entfernung von der Sonne, acht Millionen Meilen, durcheilt das Licht in drei Minuten zwölf Sekunden, und beobachten wir diesen Planeten, wo er der Erde am entferntesten ist, also wo er jenseits der Sonne steht, so erlangen wir sein Licht in einem Alter von ungefähr einer Viertelstunde. Venus, der zweite Planet, sendet uns Lichtstrahlen zurück, welche zwanzig Minuten vorher die Sonne verlassen haben. — Der Mond, der von der Erde nur 50,000 Meilen entfernt ist, sendet uns sein Licht schon in der Zeit von 1¼ Sekunde; allein, da auch er das Licht erst von der Sonne beziehen muß, so ist es dennoch immer schon mehr als acht Minuten alt. Vom Monde bekommen wir auch manchmal ganz eigenthümliches Licht. Nach der Zeit des Neumondes, wo der Mond am westlichen Himmel nur in einer feinen schmalen Sichel sichtbar ist, erblickt man zuweilen die ganze von der Sonne unbeleuchtete runde Scheibe des Mondes in einem fahlen eigenthümlichen Lichte. Dieses Licht, das der Mond uns zusendet, ist nicht direktes Sonnenlicht, auch nicht eigenes Licht des Mondes, sondern es ist unseres. Um die Zeit, wo wir

Neumond haben, steht der Mond so zwischen Sonne und Erde, daß er der Erde die dunkele Seite zuwendet; dagegen ist die voll beleuchtete Erde dem Mond zugewendet. Wie wir hier beim Vollmond die Nacht erleuchtet sehen, so ist die Nacht des Mondes um diese Zeit durch die volle beleuchtete Erde erhellt. Wir sehen also den Mond in fahlem Lichte erscheinen, weil wir ihn in der Zeit erblicken, wo die vollbeleuchtete Erde ihn bescheint, das heißt: wir erhalten vom Monde Lichtstrahlen zurück, die die Erde ihm gesendet hat. Da dies aber auch Strahlen sind, die der Sonne entnommen werden, so haben wir in diesem Lichte ein solches, das eine eigene Wanderung durchgemacht hat. Es ist von der Sonne in acht Minuten zur Erde gekommen, ist in einer Sekunde von der Erde zurück zum Mond geschleudert worden und wird von dort in der nächsten Sekunde uns wieder zurückgeschickt. Wir haben also hier ein Licht, das im Zickzack her und hin und wieder her lief, ehe es in unser Auge kam.

Am Planeten Mars können wir Licht wahrnehmen, welches schon 35 Minuten alt ist. Die kleinen Planeten, die zwischen Mars und Jupiter ihren Umlauf um die Sonne machen, senden uns je nach ihrer Stellung Licht von sehr verschiedenem Alter zu. Es ist ihr Licht zuweilen schon an 50 Minuten alt, bevor es uns erreicht. — Von Jupiter gelangt das Licht, wie wir bereits angegeben, zur Zeit, wo wir ihm am nächsten sind, an 16 Minuten früher zu uns als zur Zeit, wo wir ihm am entferntesten sind. Im erstern

Falle erhalten wir von ihm Licht, das erst in unser Auge gelangt, nachdem es eine Stunde und zwei Minuten vorher die Sonne verlassen hat, im letzteren Falle ist es um 16 Minuten älter, also 1 Stunde und 18 Minuten alt. — Vom Saturn erreicht uns das Licht in Zeit von drittehalb Stunden, nachdem es die Sonne verlassen. Vom Uranus ist das Licht auf seiner Bahn von der Sonne bis zu ihm und dann zu uns an sechs Stunden unterweges. Vom letzten der bisher bekannten Planeten, vom Neptun, ist das Licht an neun Stunden alt, wenn es in unser Auge gelangt.

Das Sonnensystem bietet uns so Licht von sehr verschiedenem Alter, und da jede Art desselben von ganz gleicher Geschwindigkeit sich erweist, so ist das Gesetz von der Geschwindigkeit des Lichtes wohl das allgemeinste aller Naturgesetze zu nennen, und deutet auf eine einzige allgemeine Ursache, welche den ganzen unendlichen Weltenraum erhellt.

So sind wir denn von der Geschwindigkeit des Lichtes zu dem Schluß gekommen, daß eine gemeinsame Ursache die Fortpflanzung des Lichtes geben muß und diese eröffnet uns den Weg zu der Natur des Lichtes, von welcher wir unsern Lesern späterhin einmal das von der Wissenschaft Erforschte vorzuführen gedenken.

Druck von Franz Duncker's Buchdruckerei in Berlin.

Naturwissenschaftliche Volksbücher.

Von

A. Bernstein.

Wohlfeile Gesammt-Ausgabe.

9

Neunter Band.

Dritte
vielfach verbesserte und vermehrte Auflage.

Dritter, unveränderter Abdruck.

Berlin.
Verlag von Franz Duncker.
1870.

Inhaltsverzeichniß.

Von der Entwickelung des thierischen Lebens.

I. Vom Ei und vom Leben.

Wir wollen heute in dem Reiche der Naturwissenschaft ein für unsere Betrachtung neues Gebiet betreten; müssen aber mit einem Ausspruch beginnen, der alt, sehr alt ist, einem Ausspruch, der sich schon bewährt hat, noch ehe ein menschliches Wesen auf der Erde lebte.

Der Ausspruch heißt: Die Vögel kriechen aus den Eiern heraus.

Es ist eine eigenthümliche Art geboren zu werden als Ei; zur Welt zu kommen in einem völlig von allen Seiten verschlossenen Gefängniß. Noch eigenthümlicher ist es, innerhalb dieses Gefängnisses erst geformt und — was man so nennt — belebt zu werden. Am kuriosesten aber ist es, nicht früher die weite Welt betreten zu können, bis man die Mauer des Gefängnisses selber durchbrochen hat und so zu sagen noch vor dem ersten Schritt ins Leben ein ganz gehöriger Ausbrecher werden zu müssen.

Daß dem so ist, weiß freilich alle Welt. Das aber ist nicht Allen bekannt, daß nicht nur Alles, was Federn hat, in solcher Weise verurtheilt ist, zur Welt zu kommen, sondern daß Alles, was Leben, Alles, was — so zu sagen — Odem in sich hat, in ähnlicher Art seinen Ausflug in die Welt macht.

Die Vögel bringen Eier zur Welt, aus welchen sich junge Vögel entwickeln; aber darum sind alle anderen Thiere und auch der Mensch, der sich erhaben dünkt über die Thiere, doch nicht besser daran; denn alles Leben entwickelt sich erst in dem Ei. Selbst diejenigen Geschöpfe, die lebendig zur Welt kommen, haben im Schooß der Mutter in einem Ei, einem wirklichen Ei, sich erst gebildet und genießen nur den Einen Vorzug, in ungelegten Eiern entstanden zu sein.

Viele Mutterthiere bringen die Eier zur Welt, und geben ihnen dann nichts mehr als Zeit und höchstens Wärme, um die Entwickelung der Jungen in den Eiern zu befördern; alle übrigen Mutterthiere aber — und der Mensch macht keine Ausnahme — tragen die Jungen in Eihäuten gehüllt mit sich herum, bis sie im Mutterleibe lebendig und lebensfähig für die Welt werden, und entledigen sich dann sowohl der Jungen wie auch der Eihäute, in welchen diese gelegen haben.

Vögel, Fische, Insekten u. s. w. werden in Eiern gebildet, die vor ihnen zur Welt kommen; die andern Thiere, die man gewöhnlich Säugethiere nennt, bilden sich in Eihäuten aus, die nach ihnen aus dem Mutter-

leibe entfernt werden. Und wenn die ersteren Thiere nicht früher ins freie Leben treten, bevor sie nicht die Wände ihres Kerkers durchbrochen haben, so unterscheiden sich die Thiere letzterer Art nur dadurch von ihnen, daß sie durch einen doppelten Kerker durchbrechen müssen, um an die Luft zu kommen: die Kerkerwand ihres Eies und die Pforte des Mutterschoßes.

„Alles Leben entwickelt sich im Ei!“ — Dies ist ein Lehrsatz, der zwar alt ist, der aber in neuerer Zeit erst recht durch Forschungen bewahrheitet worden ist.

Im Ganzen und Großen hat man zwar schon seit langer Zeit gewußt, daß jedes Thier erst in einem Ei entsteht, welches im Mutterschoß des Leben erweckenden Momentes harrt, um sich zu entwickeln und später in die Welt hinauszutreten. Von selbst verstand es sich also, daß kein Thier geschaffen werden konnte, ohne Eltern, ohne Mutter mindestens, in welcher die Eier des jungen Thieres entstehen. Als jedoch in neuerer Zeit die Infusorien entdeckt wurden, als man mit außerordentlichen Vergrößerungsgläsern sah, wie eine Unzahl von Thierchen in einem wenig Wasser entsteht, welches man auf faulende Pflanzenreste gegossen: da glaubte man gefunden zu haben, daß Thiere auch ohne Eier eines Mutterthieres ins Dasein treten könnten, und man wähnte sogar hinter das Geheimniß der ersten Entstehung der belebten Thierwelt gekommen zu sein, von welcher man annahm, daß sie aus zerfallenden Pflanzenstoffen hervorgekrochen sein könnte. Hierdurch

aber war der Lehrsatz, daß alles Leben sich im Ei entwickele, erschüttert, denn die Infusorien, so behauptete man, entständen ohne Eier.

So schmeichelhaft dieser Gedanke auch für die Infusorien und für die ersten lebenden Wesen auf der Welt und namentlich für diejenigen Gelehrten war, die hierdurch schon glaubten, von den Geheimnissen der ersten Schöpfung den Schleier hinweggehoben zu haben, so wenig bewährte sich dies durch die Beobachtung. Der vorzüglichste Entdecker vieler Infusorien-Arten und Erforscher ihrer Entwickelung, der Professor Ehrenberg in Berlin, wies vollkommen überzeugend nach, daß aus bewässerten Pflanzenresten keine Thierchen entstehen, sondern daß sie aus den Eiern kriechen, welche auf die Pflanzen von den Eltern der Thierchen gelegt wurden. Diese Eier, die so außerordentlich klein sind, daß sie nur mit den allerschärfsten Vergrößerungsgläsern gesehen werden, können lange Zeiten auf den Pflanzen liegen, ohne zu verderben; wird aber Wasser über die Pflanzen gegossen, so währt es oft nur wenige Stunden, um aus den Eiern Millionen von Thierchen entstehen zu lassen, die dann freilich wie neue elternlose Geschöpfe erscheinen.

Durch diese Beobachtungen, welche sich bisher immer mehr bestätigt haben, ist der Lehrsatz nunmehr festgestellt worden, daß kein thierisches Leben möglich sei ohne dessen Entwickelung im Ei.

Wie aber entsteht das Leben im Ei?

Diese Frage ist sicherlich die wichtigste Lebensfrage,

und wir wollen uns hier in schlichter Belehrung ein wenig von dem Ei und dem Leben zu unterhalten suchen, von einem Thema, das zu den bedeutsamsten im Bereich der Naturwissenschaft gehört.

II. Von dem Studium der Entwickelung des Lebens.

Derjenige Theil der Naturwissenschaft, welcher sich mit der Erforschung des Lebens oder richtiger: mit der Erforschung der Gesetze der lebenden Wesen beschäftigt, heißt die „Physiologie" und ein besonderer, äußerst wichtiger Theil dieser Wissenschaft ist die Lehre von der Entwickelung des Lebens, oder genauer, die Lehre darüber, wie sich ein lebendes Wesen aus dem Ei entwickelt, bis es ein Geschöpf wird, das selbstständig sein Leben in der großen Welt antritt.

Die Untersuchung und genaue Beobachtung der Eier, welche außerhalb des mütterlichen Leibes lebendige Wesen in sich entwickeln, ist schon mit großer Schwierigkeit verbunden. Größere Schwierigkeiten noch bietet die Entwickelung der Thiere, die lebendig zur Welt kommen, die also ihr Werden und Leben im Ei noch im verschlossenen Mutterleibe erhalten.

Es ist sehr leicht, sich Frosch-Laich zu verschaffen, das sind die Eier der Frösche, die in großer Zahl im Frühjahr in einer schleimigen Masse auf jedem Sumpfwasser schwimmen, und man braucht nicht viel Kunst

darauf zu verwenden, um die jungen Frösche daraus hervorgehen zu sehen. Man braucht den Laich nur in einem Glase Wasser ruhig stehen zu lassen und kann das interessante Schauspiel in seiner Stube genießen. Ja, wenn man nur ausharrt, kann man noch mehr sehen, denn man wird dann wahrnehmen, wie der junge Frosch eine Art Fisch mit Vorderfüßen ist; wie er aber, sobald er aus den Flegeltagen hinaus ist, sich vor den Augen des Beobachters nach und nach verwandelt, wie der Schwanz des jungen Frosches verdorrt, trotzdem er im Wasser lebt und sich aus ihm zwei Hinterbeine entwickeln, die noch mehr als gehen, die ganz gewaltige Sprünge machen können.

Die Eier von Fischen, der Rogen, die Eier von Igeln und anderen Wasserthieren sind ebenfalls sehr leicht herbeizuschaffen und im Ganzen ist es auch leicht, sehr unterhaltende Beobachtungen an der Entwickelung derselben zu machen.

Allein diejenigen, die dies nicht als blos interessante Unterhaltung betrachten, sondern sich die Aufgabe stellen, die Entwickelung des lebenden Wesens aus oder richtiger noch in dem Ei zum ernsten Studium zu machen, die dürfen sich nicht mit leichten Blicken auf die Wunder der Natur begnügen, sondern müssen mit unermüdlicher Sorgfalt und Ausdauer Schritt vor Schritt die Entwickelung belauschen und haben größere Mühe mit einem kaum sichtbaren kleinen Fröschchen, als mancher Vater mit der Erziehung seiner leiblichen Kinder.

Wie aber fängt man es an, um die Entwickelung

solcher lebenden Wesen kennen zu lernen, die ihre Entwickelung in einem Ei vollbringen, das vom Mutterleibe umschlossen ist? Der Wissensdurst der Naturforscher hilft sich freilich durch Tödten schwangerer Mutterthiere, und nicht wenige Hunde, Kaninchen und Schweine müssen in den Tod gehen, um dem Menschen die Lehre des Lebens enträthseln zu helfen. Es mag dies grausam sein; allein da Millionen von Thieren einmal das Schicksal haben, den Appetit des menschlichen Magens zu stillen, so dürften diejenigen Thiere noch zu beneiden sein, die nur sterben, um den Appetit des menschlichen Geistes, den Wissensdrang zu befriedigen. — Es reicht indessen selbst die nicht kleine Zahl der Thiere, die in solcher Weise unter den Händen der Naturforscher ihr Leben aushauchen, bei weitem nicht aus, um befriedigende Resultate versprechen zu können, und man ist bei der Erforschung der Entwickelung solcher Thiere, die lebendig zur Welt kommen, auf die Vergleichung hingewiesen, welche sich in den Erscheinungen derjenigen Thiere darbieten, deren Eier außerhalb des Mutterleibes sich zu lebenden Wesen ausbilden.

Nennt man solche Eier die gelegten und die andern, die nicht aus dem Mutterleibe treten, die ungelegten, so kann man von der Wissenschaft sagen: sie beschäftige sich sehr fleißig mit gelegten Eiern, um sich nicht so eifrig mit ungelegten Eiern beschäftigen zu müssen.

Durch Vergleichung der Beobachtungen bei solchen gelegten und anderen im Mutterthier sich entwickelnden Eiern hat sich die Wissenschaft von der Entwickelung

der lebenden Wesen erst recht Bahn gebrochen, wie man denn überhaupt durch Vergleichung der körperlichen Beschaffenheit der Thiere und ihres Lebens mit der körperlichen Beschaffenheit des Menschen und seiner Lebens-Thätigkeit erst in neuerer Zeit im Stande gewesen ist, viele Aufschlüsse zu liefern, die einst die Grundlage einer tüchtigen wissenschaftlichen Heilkunde bilden werden. Die vergleichende Anatomie, die vergleichende Physiologie sind Wissenschaften, die noch jung sind, aber gleichwohl bereits Ausgezeichnetes geliefert haben.

Von allen Eiern jedoch, die in solcher Weise der wissenschaftlichen Beobachtung gedient haben, ist keines so fleißig in seiner Entwickelung studirt worden, als das Hühner-Ei.

Und so wollen auch wir die Entwickelung eines Hühnchens im Ei zum Gegenstand unserer Unterhaltung machen, und es versuchen, unsern Lesern so deutlich, als es bei einem so schwierigen Thema möglich ist, zu zeigen, ob und wo und wie im Ei ein Hühnchen steckt, woraus es sich entwickelt, wie es sich aufbaut, und auf welche Weise ein Ding, das nur geschaffen scheint, um Eierkuchen daraus zu machen, eigentlich den Beruf hat, ein lebendiges Wesen zu werden und auch ein lebendiges Wesen wird, wenn man ihm zwei Dinge gewährt, nämlich dreißig Grad Wärme und einundzwanzig Tage Zeit.

Denn so kurios der Gedanke auch klingen mag, so

ist er doch ganz und gar wahr und wahrhaftig: Ein Hühner-Ei nebst dreißig Grad Wärme und einundzwanzig Tagen Zeit ist — ein lebendiges Hühnchen.

III. Die Brütung des Eies.

Also ein Hühner-Ei nebst dreißig Grad Wärme und einundzwanzig Tagen Zeit ist ein lebendiges Hühnchen!

Was ein Hühner-Ei ist, weiß jede Hausfrau oder glaubt wenigstens, es zu wissen. Was dreißig Grad Wärme sind, davon kann man sich leicht einen Begriff verschaffen, wenn man sich den Finger in den Mund steckt, woselbst dieser Grad von Wärme herrscht, und was einundzwanzig Tage besagen, kann jeder in netto drei Wochen beliebig kennen lernen.

Obwohl nun jedes dieser drei Dinge nicht die mindeste Aehnlichkeit mit einem lebenden Hühnchen hat, ist dennoch nichts weiter nöthig, um ein lebendes Hühnchen herzustellen, als eben einem Ei durch einundzwanzig Tage dreißig Grad Wärme zuzuführen.

Schon im hohen Alterthum wußten dies die Menschen Die Aegypter hatten schon die richtige Vorstellung davon, daß das Huhn, welches Eier ausbrütet, eben nichts thut, als daß es demselben die Wärme des eigenen Leibes verleiht, die ungefähr dreißig Grad beträgt. Mit richtigem Blicke erkannten sie, daß man die Thätigkeit des Brüthuhnes bequem ersetzen kann durch Brütöfen,

in welchen man einundzwanzig Tage lang eine Wärme von dreißig Graden künstlich unterhält.

In neuerer Zeit sind die Brütöfen auch bei uns eingeführt worden, und hat man bereits begonnen, solche Hühner-Fabriken in großartigem Maßstabe anzulegen. Für wissenschaftliche Zwecke aber sind gegenwärtig Brütmaschinen von beliebiger Größe zu haben, und ein Liebhaber solcher interessanten Versuche kann für ein paar Thaler schon eine solche erstehen und selbst in seiner Putzstube das Vergnügen genießen, sich lebendige Hühnchen zu bereiten.

Eine Brütmaschine ist sehr einfach eingerichtet; wenn auch nicht so einfach, wie die Einrichtung, die die Natur selbst veranstaltet.

Die Brüthenne, — das wird wohl schon Jeder beobachtet haben — baut sich behufs der Brütung ein Nest aus dürren Zweigen, Strohhalmen und erdigen Bestandtheilen. Sie weiß dies Material vortrefflich zu wählen, und nimmt nur solches dazu, das, wenn es einmal erwärmt ist, die Wärme hält, oder wie man dies wissenschaftlich ausdrückt: das Huhn macht sein Nest aus Materialien, die schlechte Wärme-Leiter sind; dazu versorgt die Natur die Brüthenne mit ganz besonders reichhaltigen Federn auf der ganzen unteren Hälfte ihres Leibes. Liegen nun die Eier im Neste, so stopft die Mutterhenne auch wohl noch Federn zwischen und um dieselben, um sie noch besser vor dem Erkalten zu schützen, setzt sich darauf und deckt mit ihrer Brust,

ihrem Leib und ihren Flügeln die künftigen Geschlechter, die als Eier unter ihr ruhen.

Freilich sind die Eier, die am Rand liegen, nicht so gut gegen das Erkalten geschützt als die, die unter der Brust der Henne in der Mitte des Nestes ruhen. Allein das Huhn weiß seine Sorgfalt sehr gleichmäßig zu vertheilen, und wenn die Eier in der Mitte weiter in der Brütung vorgeschritten sind, schiebt es dieselben an den Rand und legt die bisher dort gelegenen in die wärmere Mitte.

Da all' dies ohne viel Kopfbrechens geschieht und der Henne nicht ein Bischen Nachdenken kostet, so steht es wohl fest, daß dies, wie Alles, was die Natur macht, höchst natürlich, das heißt höchst einfach ist, obgleich wir, die klugen Menschen, uns vergebens das Bischen Verstand zersinnen, um es herauszukriegen, wie das Huhn zu all' der Sorgfalt kommt.

Ja, das Huhn versteht sich auch auf die Eier besser als die klugen Menschen. Unbefruchtete Eier entwickeln keine Hühnchen. Mit all' unserm Scharfsinn und all' unsern Beobachtungswerkzeugen und all' unsern Mikroskopen wissen wir's den Eiern nicht abzusehen, ob aus ihnen ein lebendiges Thierchen hervorkommen wird. Das aber steht fest, daß das Huhn schon nach kurzer Brützeit dies sehr wohl merkt, und die lebensunfähigen Eier aus dem Neste wirft oder das Nest verläßt, wenn sich darin kein lebensfähiges Ei befindet.

So einfach, so ganz ohne nachzudenken, man möchte sagen so simpel, ist freilich das künstliche Ausbrüten

nicht, und es bedurfte mannigfacher Verbesserungen, um sogenannte einfache Brütmaschinen herzustellen. Gleichwohl ist deren Einrichtung für den klugen Menschen einfach genug.

Ein kleinerer Blechkasten wird so in einen größern hineingestellt, daß rings um den kleinern ein mäßiger Raum bleibt. In diesen Zwischenraum wird Wasser hineingegossen und ein Thermometer hineingestellt, und unter dem großen Blechkasten ist eine Spiritus-Lampe angebracht, durch die man das Wasser immer in einer Wärme von dreißig Grad erhalten kann. Dieses warme Wasser erwärmt nun den in ihm stehenden kleinern Kasten, dessen Raum nun einen gleichen Grad Wärme erhält, und legt man dann auf den Boden dieses kleinern Kastens ein Stück Filz und auf dieses eine Anzahl frischer Eier, so braucht man nur einundzwanzig Tage zu warten, und aus den Eiern sind — wenn sie eben gut sind — eben so viele Hühnchen geworden.

Also richtig: Ein Hühner-Ei nebst dreißig Grad Wärme und einundzwanzig Tagen Zeit beträgt netto: ein lebendiges Hühnchen!

Aber wie wird das?

Nun das werden wir nach einiger Vorbereitung schon näher betrachten.

IV. Was steckt eigentlich im Ei?

Wenn die Erfahrung nicht den unumstößlichen Beweis lieferte, daß sich aus einem Ding, wie ein Hühner-Ei ist, ein Hühnchen entwickelt, es würde der Verstand der verständigsten Menschen nicht die leiseste Ahnung davon haben.

Es hat eine Zeit gegeben, wo man sich einbildete, daß in einem Ei irgendwo an einer Stelle ein kleines, sehr kleines, unsern Augen unsichtbares Hühnchen schlummere, welches eben nur unter dem Einfluß von Wärme und Zeit zu wachsen und aufzuwachen brauche, um sichtbar zu leben. In jener Zeit machte man sich auch von den Pflanzen eine ähnliche Vorstellung. In einem Apfelkern, so sagte man, stecke ein unsichtbarer, unendlich kleiner Apfelbaum, der eingepflanzt zu einem sichtbaren großen Baume heranwächst; und man glaubte in solcher Weise das Räthsel des Wachsthums erklärt. Ja, man ging noch weiter. Wenn in dem Apfelkern der künftige ganze Baum stecke, so müssen auch die künftigen Aepfel schon in ihm vorhanden sein, und da in jedem dieser Aepfel wieder Apfelkerne sind, die ebenfalls ganze Bäume in sich tragen, so sei eigentlich in jedem Apfelkernchen eine unendliche Reihe von Baumgeschlechtern eingeschachtelt. Man dehnte diese kuriose Vorstellung auf alles in der Welt aus und sah in jedem Ding, das sich entwickeln kann, immer eine Art Einschachtelung, in welcher die ganze Zukunft schlummerte. Diese kuriose Vor-

stellung wurde die Einschachtelungs-Theorie genannt, die nicht wenig Anhänger unter den Philosophen zählte, welche sich bekanntlich zu allen Zeiten die weisesten Menschen dünkten.

Allein eine richtigere Einsicht in die Zustände der Natur hat philosophische Weisheiten, oder richtiger, Thorheiten dieser Art, vollständig verwerfen gelehrt. Es ist nicht so, wie sich's die ehemalige Weisheit der Menschen einbildete. In einem Apfelkern steckt kein kleiner unsichtbarer Apfelbaum, sondern etwas anderes, was wir noch später näher kennen lernen werden, und ebensowenig steckt in einem Ei ein kleines Hühnchen, oder gar ein ganzes Hühnergeschlecht, das bis an's Ende der Welt reicht. —

Wenn man sich ein Ei mit bloßem Auge ansieht, so findet man schon Merkwürdiges genug. Durch Vergrößerungsgläser entdeckt man des Merkwürdigen noch mehr: aber wir dürfen versichern, daß auch nicht einmal die Spur eines kleinen Hühnchens darin zu finden ist, sondern nur ein Keim, der die Fähigkeit hat, sich zu einem Hühnchen zu entwickeln, sobald die Umstände diese Entwickelung begünstigen.

Freilich könnte man uns die Frage zurufen: „Ein Keim? Was ist denn eigentlich ein Keim? Gieb uns für dieses Wort einmal eine richtige, genaue Erklärung!"

Hierauf aber antworten wir: Es kommt uns nicht auf ein Wort und auf eine genaue Erklärung eines Wortes an; sondern wir halten es unsererseits für richtiger, durch die Darstellung thatsächlich zu zeigen,

was man in der Wissenschaft einen Keim nennt, oder besser noch, das Ding, woran im Ei die eigentliche Bildung des Hühnchens vor sich geht, und wollen gar nicht böse sein, wenn man dann einen passendern Namen für dies Ding finden wollte.

Wir wollen daher ganz ohne zu philosophiren auf die Sache eingehen, denn aufrichtig gestanden, in der Naturwissenschaft fängt die Philosophie — und namentlich die deutsche — netto dort an, wo das Wissen aufhört, und das ist meisthin gerade an der Grenze, wo die Unwissenheit beginnt.

Sehen wir uns lieber ein Ei an, wie es auswendig und inwendig beschaffen ist; wir werden hieraus so manches Eigenthümliche lernen.

Ein Ei ist bekanntlich länglich gebaut, und hat ein breites und ein spitzes Ende. Gar viele werden schon die Probe gemacht haben, daß, wenn man die Zunge an das spitze Ende legt, man eine gewisse Kälte des Eies spürt, während das breite Ende sich mit der Zunge verhältnißmäßig warm anfühlt. Wenn man hieraus schließen wollte, daß das Ei am spitzen Ende kälter sei, als am breiten, so würde man irren. Der Grund hiervon ist vielmehr folgender. Am spitzen Ende liegt das Eiweiß dicht hinter der Schale. Legt man nun die warme Zunge daran, so giebt die Zunge Wärme ab an die Eischale, und die Eischale giebt die Wärme an das Eiweiß. Da hierdurch die Zunge viel Wärme verliert, so entsteht in uns das Gefühl, als ob die spitze Seite des Eies kalt wäre. — Am breiten Ende dagegen ist

zwischen der Eischale und dem Eiweiß ein mit Luft gefüllter Raum, den man Luftraum nennt, und den wohl Jedermann schon, wenn er harte Eier gegessen, bemerkt hat. Hält man nun die Zunge an die breite Seite, so erwärmt sich die dünne Eischale sehr schnell; die dahinter liegende Luft aber leitet die Wärme nicht fort, weil Luft ein sehr schlechter Wärme-Leiter ist, die Eischale nimmt also sehr bald die Wärme der Zunge an und darum fühlt es sich so an, als ob die breite Seite wärmer wäre als die spitze.

Der Luftraum an der breiten Seite des Eies spielt aber eine wesentliche Rolle, denn das Hühnchen wird, wie wir sehen werden, mit seinem Schnäbelchen an dem Luftraum liegen und die dort befindliche Luft zuerst einathmen, ja sogar das erste Pipsen des Hühnchens geschieht mit Hilfe dieser Luft, denn es ist von gewissenhaften Beobachtern festgestellt, daß die Hühnchen, noch in der verschlossenen Schale liegend, schon pipsen können.

Wenn wir hinzufügen, daß der an der breiten Seite des Eies liegende Schnabel des Hühnchens den eigentlichen Bruch der Schale macht, um in die Welt hinauszugucken, so wird man den Unterschied der spitzen und der breiten Seite des Eies wohl einsehen, denn die breite Seite ist für das Hühnchen gewissermaßen die Pforte, die aus dem Gefängniß führt.

Wir wollen uns aber das Ei noch genauer ansehen!

V. Besehen wir uns ein Ei.

Ein Ei hat, wie Jedermann und am Ende noch besser jede Frau weiß, eine Kalkschale um sich. Diese Kalkschale hat allenthalben außerordentlich feine Löcher, welche man Poren nennt, und durch diese Löcher kann die Luft aus- und eintreten.

Daß in einem Ei Luft enthalten ist, und zwar recht viel Luft, das kann man am besten beobachten, wenn man es in ein hohes Glas Wasser legt und das Glas unter die Glasglocke einer Luftpumpe setzt. Sobald die Luft aus der Glasglocke ausgepumpt wird, tritt die Luft aus dem Ei heraus und steigt in immer größer und größer werdenden Blasen im Wasser auf, so daß es aussieht, als ob das Wasser im heftigsten Kochen wäre.

Auch diese Luft im Ei spielt eine wichtige Rolle bei der Entwickelung des Hühnchens. Es steht fest, daß Eier, welche man luftdicht verkittet hatte, nicht zum Ausbrüten gebracht werden konnten, trotzdem sonst alle Bedingungen erfüllt waren, die zur Brütung nöthig sind.

Bricht man ein Stückchen von der Kalkschale ab, so bemerkt man eine Eihaut, und giebt man genau Acht, so findet man, daß diese Eihaut doppelt ist. Aus dem vorigen Abschnitt wissen wir bereits, daß auf dem breiten Ende ein Luftraum vorhanden ist; bricht man an der Stelle des Luftraumes die Schale ein wenig ab, so sieht man recht deutlich, daß es zwei Häute zwischen

dem Eiweiß und der Schale giebt, wovon die eine Haut an der Schale sitzt, während die andere das Eiweiß bedeckt. Der Luftraum also wird oben an dem breiten Ende des Eies von den zwei Häuten gebildet, die sich hier trennen, während sie sonst allenthalben dicht anliegen.

Durchreißt man nun auch diese Häute, so kommt man auf das Eiweiß. Aber auch das Eiweiß, das wie eine einzige gallertartige Schicht aussieht, ist keineswegs eine einzige gleiche Masse, sondern es besteht aus einem feinen Fächerwerk, in dem eine klare dünne Flüssigkeit eingeschlossen ist. Die Fächer durchziehen den ganzen Raum zwischen der Kalkschale und dem Kern des Eies, den wir sogleich näher kennen lernen werden; und in den einzelnen Zellen desselben liegt das eigentliche flüssige Eiweiß.

Daher kommt es, daß beim Aufbrechen der Eier zuerst eine klare dünnflüssige Masse ausfließt. Es ist dies reines Eiweiß, das in den äußersten Zellen eingeschlossen war. Später wird das Eiweiß zäher, es zieht sich nicht mehr in so feine Fäden, wie die erste Menge, weil nun schon viele Häute von dem Fächerwerk im Eiweiß enthalten sind. Noch fester ist die letzte Portion Eiweiß, welche ordentlich klumpenartig herabfällt, wenn die Hausfrauen abwechselnd den Dotter, das Eigelb, aus einer halben Eischale in die andere halbe Eischale werfen, um dasselbe ganz vom Eiweiß zu trennen. Mit dieser Menge wird nämlich das ganze häutige am Dotter befestigte Zellengerüst des Eiweißes mit entfernt.

– Obwohl die Hand der Hausfrau hierin oft geschickter ist als die manches Naturforschers, so gelingt ihnen das Kunststück doch nie vollkommen. Es haftet nämlich eine Art dicker gedrehter Eiweißfaden an zwei Seiten an dem eigentlichen Kern des Eies, dem Dotter, fest, und diese Fäden, die am Dotter in zwei Knoten anliegen, welche die Frauen „die Augen" nennen, müssen erst gewaltsam von dem Dotter abgerissen werden, wenn man dasselbe ganz vom Eiweiß befreien will.

Nehmen wir an, man hätte dies gethan, und es läge jetzt der Dotter ganz zu unserer Betrachtung vor uns, so gewahren wir vor Allem, daß auch der Dotter seine besondere Haut hat, die seinen Inhalt zusammenhält, wenn man ihn behutsam auf einen Teller legt; sobald aber die Haut zerreißt, so fließt der Dotter aus und zeigt sich noch leichtflüssiger als der festere Theil des Eiweißes.

Legt man den Dotter so vor sich hin, daß die zwei sogenannten „Augen", die Eiweißknoten, zu beiden Seiten sichtbar sind, so vermag man es, den Dotter mit Hilfe eines Löffels in geschickter Hand nach allen Seiten zu wenden, so daß man ihn auch auf der Seite besehen kann, mit welcher er auf dem Teller aufliegt. Dreht man ihn so nach allen Seiten hin, so wird man bald gerade in der Mitte der Dotterkugel ein Fleckchen entdecken, so groß ungefähr wie ein plattgedrücktes Senfkorn.

Und dieses Fleckchen, meine verehrten Leser, wollen wir uns vorerst genau ansehen, denn gerade dieser Flecken

ist es, den man den **Keimflecken** nennt. Er ist so eigentlich das, was sich höchst merkwürdig umwandeln wird. Er ist es auch, der das ganze Ei zur Umwandlung mit sich zieht, und wenn man überhaupt sagen kann, es stecke in einem Ei ein Hühnchen, so muß man auch sagen, das Hühnchen stecke eigentlich in diesem unscheinbaren Fleckchen.

Wir werden im Verlauf unserer Darstellung noch recht ausführlich auf diesen Flecken zurückkommen müssen, deshalb wollen wir für jetzt den Flecken Flecken sein lassen und einmal sehen, ob am Ei noch etwas Merkwürdiges zu sehen ist.

Es wird wohl schon manchem unserer Leser passirt sein, daß, wenn er ein recht hart gesottenes Ei mit einem scharfen Messer durchschnitten, woran das Eigelb nicht anklebt, es ihm so scheint, als ob er betrogen worden wäre, denn es kommt ihm so vor, als ob in der Mitte des Dotters ein Stückchen fehle. Aber er ist im Irrthum. In jedem rechtschaffenen Ei — und die Natur ist immer sehr rechtschaffen in dem, was sie macht — fehlt ein wenig in der Mitte, oder richtiger, befindet sich eine kleine Höhle, und von dieser Höhle aus führt ein Kanal bis hin zu dem Keimfleck.

Das ist es, was man von einem Ei so ungefähr mehr oder weniger genau mit bloßem Auge sehen kann. Nimmt man aber Vergrößerungsgläser zu Hilfe, so gewahrt man noch andere Dinge. Von den wichtigsten, die zur Entwicklungsgeschichte des Hühnchens gehören, werden wir noch später Einiges mittheilen; jetzt wollen

wir nur vom Ei berichten, daß man mit dem Mikroskop bemerken kann, wie der Dotter eigentlich eine breiartige Masse ist, welche aus lauter sehr kleinen Körnchen besteht, und zwischen diesen Körnchen schwimmen gelbliche Kügelchen und Fetttröpfchen. An den Kügelchen bemerkt man, daß sie eigentlich hohl, also Bläschen oder Zellen, und daß ihre gelbe Farbe von einem gelblichen Oel herrührt, mit welchem sie gefüllt sind.

Hiernach wissen wir so ungefähr, wie ein Ei aussieht, und können versichern, daß es nicht die geringste Aehnlichkeit mit einem Hühnchen besitzt; nunmehr aber müssen wir uns auch das Material ansehen, woraus das Ei gebaut ist, denn wenn ein Ei wirklich kein Hühnchen ist, so enthält es doch ganz sicher die Bausteine, woraus Hühner gemacht werden.

VI. Wie die Rechnung genau stimmt.

Wenn wir auch im vorhergehenden Abschnitt angegeben haben, was man alles in und an dem Ei mit dem Auge sehen kann, so müssen wir doch noch einen Schritt weiter gehen und einmal betrachten, aus welchen Materialien solch ein Ei, und was man daran sieht, geschaffen ist.

Aus dem Ei, das können uns unsere Leser auf's Wort glauben, wird ein Hühnchen werden, und das Hühnchen wird ganz zuverlässig Blut, Gehirn, Muskeln, Nerven, Knochen, Schnabel, Nägel, Federn und noch

eine ganze Masse Dinge haben müssen, die wir alle hier gar nicht aufführen mögen. Es werden unsere Leser nun sicherlich einsehen, daß man sich vor Allem die Ueberzeugung verschaffen muß, ob in dem Ei, diesem noch ungebauten Hühnchen, auch alles Baumaterial richtig vorhanden ist für Alles, was das Hühnchen zu haben braucht, denn es wäre ja wirklich ein Mißgeschick, wenn wir gerade das Unglück hätten, ein Ei vor uns zu haben, in welchem das Baumaterial für eines der Augen oder für einen Flügel, oder einen Fuß oder sonst irgend etwas, das dem Hühnchen gebührt, fehlen sollte!

Indessen wollen wir unsere Leser nur von vornherein gleich beruhigen und ihnen vorweg sagen, daß die Rechnung stimmt, daß sie besser stimmt, als alle Baupläne aller Baumeister in der Welt, die sich bekanntlich beim Bauanschlag regelmäßig verrechnen und wunderbarerweise niemals zum Vortheil des Bauherrn. Wenn das Ei das Rohmaterial ist, woraus die Natur das Hühnchen baut, so muß man sagen, daß die Natur außerordentlich pünktlich ist, denn wenn das Hühnchen fertig ist, wird nicht ein Bischen daran fehlen und auch nicht ein Krümelchen Ei überflüssig sein, es wird vielmehr nichts da sein, als Schale und Hühnchen.

Wo aber in aller Welt liegen denn im Ei die Nägel, die Federn, die Knochen, der Schnabel, die Galle und dergleichen? Es wird uns doch Niemand einreden wollen, daß man in einem Rühr-Ei eine Partie Federn oder gar bittere Galle verspeist.

Keineswegs! Rühr-Ei ist Rühr-Ei und ist mit Galle und Federn durchaus nicht zu verwechseln; aber dennoch stimmt die Rechnung. Federn sind freilich nicht im Ei, aber es ist das Baumaterial darin, woraus Federn werden und noch viele andere Dinge, die zum Hühnchen gehören.

Darum also thun wir gut, uns von einem Chemiker belehren zu lassen, was an Baumaterialien in dem Ei vorhanden ist und vorhanden sein muß, wenn wir nicht damit angeführt sein wollen.

Schon das Eiweiß enthält ganz kuriose Dinge, die man gar nicht in ihm suchen sollte; aber die Chemie, die ganz darauf versessen ist, alles zu untersuchen und die Stoffe in ihren Bestandtheilen herauszufinden, lehrt uns und überzeugt jeden Ungläubigen durch die Thatsachen, daß im Eiweiß Fett und Traubenzucker vorhanden ist, und daß ein Theil des Eiweißes aus Natron, aus Chlor-Kalium, aus gewöhnlichem Kochsalz und aus Phosphorsäure in Verbindung mit mehreren Erdarten besteht. Aus dem Dotter vermag der Chemiker gar noch wunderbarere Dinge herauszuziehen, denn außer den genannten Dingen, die im Eiweiß vorhanden sind, ist hier noch ein Stoff, der Käsestoff heißt und wirklich derselbe ist, der das Wesentlichste im Käse ausmacht; sodann besitzt er ganz eigenthümliche Fettarten, die Margarin, Elain und Cholesterin heißen; sodann ist noch gar Schwefel und Eisen, Kalk und Talk darin, so daß man nur sagen kann, daß ein Ei eine halbe chemische Küche enthält.

Nimmt man aber alle diese Stoffe sammt und sonders zusammen, so bilden sie doch nur den kleineren Theil des Eies und zerlegt man ein solches chemisch in seine Urstoffe, so findet man, daß es überwiegend aus Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff besteht, aus diesen vier Stoffen, aus welchen, wie unsere Leser wohl schon wissen werden, so zu sagen die ganze lebende Welt hauptsächlich besteht.

Wem dies etwas zu viel für ein einfaches Ei scheint, dem wollen wir nochmals zur Beruhigung sagen, daß die Rechnung auf's Haar genau stimmt, denn das Ei ist wahrhaftig nicht geschaffen zum Eierkuchen, wo man ihm die Portion Phosphor oder Eisen oder Schwefel oder Kalk ganz und gar erlassen könnte; es ist wirklich geschaffen, um ein Hühnchen zu werden, und da sind alle die Dinge nöthig, sehr nöthig.

Im Gehirn jedes Menschen findet sich Schwefel und namentlich Phosphor, und im Gehirn eines Hühnchens, selbst des neugebornen Hühnchens, ebenfalls. Wir dürfen ganz zuverlässig annehmen, daß sein Gehirn gar nicht zu Stande käme ohne Schwefel, und es sicherlich sein Kikriki nicht in die Welt hinauszurufen im Stande wäre, wenn es nicht die nöthige Portion Phosphor im Gehirn hätte. Das Eisen erscheint uns zwar in einer Portion Setzeier eine ganz überflüssige Zuthat, aber es ist es keineswegs in unserem Blute und ebensowenig im Blute des Hühnchens. Ein Mensch, in dessen Blut Mangel an Eisen eintritt, sieht bleich aus, und ist von einer Krankheit heimgesucht, die man die

Bleichsucht nennt: warum aber soll das Hühnchen an Bleichsucht leiden? Und soll es nicht daran leiden, so muß das Ei auch Eisen enthalten.

Wenn wir des Abends weichgesottene Eier zum Thee genießen, so mag uns der Kalk in den Eiern ein ganz unnöthiger Luxusartikel erscheinen; wenn wir aber bedenken, daß unsere Knochen ohne Kalk gar nicht existiren würden, da sie eben aus phosphorsaurem Kalk bestehen, so müssen wir schon dem Ei gestatten, seine Portion Kalk für die Knochen des Hühnchens zu besitzen, das eigentlich aus dem Ei, das wir gedankenlos verschlucken, hervorgehen sollte.

Wir könnten ohne Kochsalz nicht leben, und am zuverlässigsten würden wir weder Haare noch Nägel ohne dieses Salz haben; wir müssen es also auch dem Ei schon erlauben, Kochsalz zu enthalten, da das junge Hühnchen, zumal wenn es erst in der Eierschale entsteht, nicht wie wir zum Salzmäßchen greifen kann.

Und wie mit diesen Dingen, die uns sehr nebensächlich am Ei erscheinen, ist es mit allen übrigen der Fall. Sie sind für's Hühnchen durchaus nicht nebensächlich, sondern wichtige Hauptsachen. Denn mit einem Wort: das Ei ist das Baumaterial für ein Hühnchen, und ein sehr genau gemessenes, höchst pünktlich zugetheiltes Material, das alles enthält, was das Hühnchen zum Bau seines Leibes braucht, und das so eingerichtet ist, daß, wie gesagt, die Rechnung stimmt, ganz genau stimmt! und das hat zu allen Zeiten sein Gutes, was Jedermann eingestehen wird.

VII. Wie ein Ei zur Welt kommt.

Da, wie wir gesehen haben, die Rechnung stimmt und im Ei richtig alles Baumaterial vorhanden ist, das zu einem Hühnchen gebraucht wird, so könnten wir gleich drauf losgehen und das Hühnchen anfangen.

Aber man lasse uns nur noch ein wenig Zeit!

Wenn wir's Hühnchen erst anfangen, dann müssen wir für immer vom Ei Abschied nehmen; denn mit dem Ei wird es dann so zu sagen von Stunde zu Stunde immer mehr alle. Wir haben aber mit dem Ei noch ein Wörtchen zu reden, und ehe wir es für ewig von dannen lassen, müssen wir denn doch erst wissen, woher es gekommen, und wie es zu all' den Dingen, die in ihm stecken, auf ehrliche Art gelangt ist.

Zwar weiß schon jedes Kind uns zu sagen, daß irgend ein Huhn das Ei gelegt hat; und das ist auch wirklich ganz richtig. Aber unsere Wißbegierde kann diese Antwort sicherlich nicht beruhigen, so lange wir nicht im Reinen darüber sind, wie und wo das Ei im Huhn entstanden ist, bis es gelegt oder, so zu sagen, geboren wurde. — Mit einem Wort, mein freundlicher Leser, wir sind Deutsche, und als Deutsche beschäftigen wir uns oft genug mit ungelegten Eiern, wo gar nichts dabei herauskommt: wie will man uns verdenken, wenn wir jetzt, wo wir im Begriff stehen, wirklich aus dem Ei was herauszubekommen, ein wenig zurückblicken auf die Zeit, wo das Ei noch ungelegt war?

Wir müssen demnach zur Entstehung des Eies zurück und deshalb in das Innere des Mutterhauses blicken, woselbst das Ei sein Dasein begann.

Jede Hausfrau, die öfter ein Huhn geöffnet hat, wird schon bemerkt haben, daß das Huhn eine Art Baum im Leibe hat, worauf Eidotter wachsen. Dieser Baum besteht aus einem eigenthümlichen Gezweige, durch welches Nerven und Blutgefäße sich schlängeln, und woran eine ganze Masse kleiner Eier wie Früchte hängen, die alle heranzureifen und sich vom Huhn zu entfernen bestimmt sind. Ein jedes dieser Eier oder richtiger dieser Dotterchen ist während des Wachsens in der Falte einer Haut eingeschlossen, die es umkleidet, und in dieser Haut liegend, — die nicht dem Dotter, sondern dem Baum oder richtiger: dem Eierstock angehört, worauf der Dotter wächst, — empfängt dasselbe aus dem Blute des Huhnes all' die nöthigen Baumaterialien, die das künftige Hühnchen brauchen wird, bis es so genährt heranwächst und richtiger, vollgültiger, reifer Dotter wird.

Sobald dies der Fall ist, so reißt die Haut, worin der Dotter eingefaltet ist, und er fällt heraus und würde in der Leibeshöhle liegen bleiben, wenn nicht ein besonderer Schlauch vorhanden wäre, der von der Gegend des Eierstockes bis in den unteren Darm des Huhnes führte.

Daher kommt es denn auch, daß man oft beim Oeffnen eines Huhnes einen häutigen Dotter, abgelöst vom Eierstock, vorfindet, der sich ganz und gar nicht

von dem richtigen Dotter eines Eies unterscheidet, während noch eine ganze Masse kleinerer und größerer Dotter am Eierstocke hängen, die, wenn man sie abschneidet, eine härtere Haut, als sonst ein Dotter, um sich haben, und die man, wenn sie gebraten werden, ordentlich abschälen kann, bevor man sie genießt.

Der Schlauch sowohl wie der Darm sind nun ein eigenthümliches Gewebe, das aus fleischigen Längs- und Querfasern gebildet ist, und das daher die Eigenthümlichkeit hat, daß es sich ähnlich wie eine seidene Geldbörse in die Länge und in die Breite ausdehnen kann.

Man kann sich von einem Dotter, der im Schlauch oder im Darm steckt, ein ziemlich entsprechendes Bild machen, wenn man eine Wallnuß in eine seidene dehnbare Geldbörse schiebt; man wird dann sehen, wie vor der Wallnuß und hinter ihr die Börse sich zusammenzieht in demselben Maße, wie die Wallnuß die Stelle, wo sie liegt, ausdehnt. Denken wir uns, daß die Börse das Kunststück versteht, sich immer vor der Wallnuß ein wenig zu dehnen und hinter ihr sich ein wenig zusammenzuziehen, so wird die Wallnuß eine langsame Wanderung durch die Börse machen, so daß sie von dem einen Ende zum andern gelangt. —

Dieses Kunststück des Ausdehnens und Zusammenziehens, des Enger- und Weiterwerdens verstehen nun mit Hilfe ihrer Fleischfasern alle Gedärme aller lebenden Wesen, und durch dieselben sind sie im Stande, ihren Inhalt immer weiter abwärts zu schieben. Man nennt diese Art von Bewegung „die wurmförmige Be-

wegung" und kann dieselbe an den Gedärmen frisch getödteter Thiere noch beobachten. Eine solche Bewegung nun ist es auch, die den Dotter vorwärts schiebt und ihn seinen Weg bis in die Welt hinaus nehmen läßt.

Aber auf diesem Wege passiren ihm ganz außerordentliche Wunder.

Vor allem ist es wunderbar, daß der Dotter nicht geradesweges geschoben, sondern daß er dabei zugleich fortwährend gedreht wird. Er dreht sich derart, als wollte er sich eigentlich vorwärts schrauben. Wie ein Pfropfenzieher in den Kork immer tiefer hineinspaziert, während er um seine Axe gedreht wird, ähnlich so spaziert der Dotter sich immer drehend und schraubend weiter. Wodurch diese Drehung veranlaßt wird, ist ein Räthsel von den vielen Räthseln der Natur. Wir Menschen drehen uns in ähnlicher Weise bei der Geburt aus dem Mutterschoß und kommen in einer Art Schraubengang auf diese wunderliche Welt, die wir berufen sind, wenn die Zeit gekommen, starr und steif, ohne uns drehen und wenden zu können, zu verlassen, um in den weiten großen Mutterschoß aufgenommen zu werden. —

Zu diesem Wunder der Drehung des Dotters gesellt sich noch ein zweites, das einigermaßen erklärlicher ist.

Von den Wänden des Kanals, durch welchen der Dotter drehend vorwärts geschoben wird, sondert sich ein Schleim ab, der sich an den Dotter legt, und dieser Schleim ist das Eiweiß. Daher kommt es, daß an den

Axen des sich drehenden Dotters das Eiweiß sich wie ein Knoten anlegt, den die Hausfrauen fälschlich „die Augen" nennen, und daß an diesem Knoten sich Eiweiß wie ein gedrehter Faden anlegt. — Je weiter der Dotter nun gedreht und geschoben wird, desto mehr und desto flüssigeres Eiweiß legt sich ihm an, bis er dann an eine Stelle kommt, wo das Eiweiß fertig ist und der Darm nun beginnt, eine weniger zähe Flüssigkeit abzusondern, die gleichfalls das Ei umkleidet und die Eihäute bildet. Nach diesen Absonderungen des Darmes schwitzt derselbe eine kalkhaltige Flüssigkeit aus, die die Eischale wird, und wenn diese fertig ist, ist auch das Ei ausgestattet, um diese wunderliche Welt zu betreten, und es tritt in dieselbe unter dem lautesten Ruf des Mutterhuhnes, das ihm wahrscheinlich zum Geburtstag gratuliren soll! —

So kommt ein Ei zur Welt, wunderbarlich genug, um noch wunderbarlicher ins Leben gerufen zu werden. —

VIII. Das Ei in der Bildungsanstalt.

Indem wir nun ein frisch gelegtes Hühner-Ei vor uns haben und stillschweigend voraussetzen, daß es die hierzu nothwendige Befruchtung im Mutterschoße des Huhnes empfangen, wollen wir daran gehen, dasselbe in die Hühnerfabrik zu bringen und es in eine Brütmaschine in Pension geben.

Es ist indessen nicht rathsam, dasselbe ganz allein

darin zu lassen, weil erstens die Portion von Wärme, die einmal in der Brütmaschine unterhalten werden muß, für eine größere Masse gleichfalls ausreicht, und weil wir zweitens der Neugierde schwerlich werden widerstehen können, das Ei schon nach wenigen Stunden herauszunehmen, aufzubrechen und nachzusehen, was mit ihm los ist; und da man die Kunst noch nicht erfunden hat, ein aufgebrochenes Ei wieder so zu flicken, daß es sich weiter ausbrütet, so würden wir schwerlich an einem einzigen Ei viel zu lernen im Stande sein.

Man thut daher gut, circa vierzig Eier mit einem Male einzulegen. Hat man das gethan, so läßt man das Brütgeschäft beginnen und nimmt nach 6 Stunden ein Ei heraus, bricht es auf und sieht, was es in dieser Zeit gelernt hat. Nach neuen 6 Stunden wiederholt man dies mit einem zweiten Ei, das also schon 12 Stunden in der Bildungsanstalt zugebracht hat und merkt sich die Fortschritte, die es da gemacht. Sechs Stunden später besieht man sich ein drittes und nach vollen vierundzwanzig Stunden ein viertes Ei. So verfährt man denn in den ersten drei Tagen, so daß man in diesen an zwölf Eier aufgebrochen und deren Umwandlung gesehen hat. Und da in diesen drei Tagen so ziemlich die Hauptsachen sich klar machen, so genügt es, die Fortschritte der Entwickelung fortan von Tag zu Tag zu beobachten und täglich nur ein Ei aufzubrechen, bis endlich am einundzwanzigsten Tage das Hühnchen im letzten Ei das Geschäft des Erbrechens der Schale selber übernimmt und ins Leben hinaus-

wandert, ganz als ob es unter der Brust des Mutterhuhnes gelegen und nicht fabrikationsmäßig in einer lieblosen Maschine seine Ausbildung genossen hätte.

Aehnlich dieser Weise wollen wir es auch machen, obgleich wir nicht gedenken, die Geduld der Leser so auf die Probe zu stellen und ihnen vierzigmal das werdende Hühnchen vorzuführen. Die Hälfte solcher Vorführungen wäre auch schon zu viel, da wir wissen, daß wir jedesmal, wenn wir die Ehre haben werden, das sehr jugendliche Hühnchen unsern geehrten Lesern vorzustellen, eine ganze Masse von Erläuterungen werden aufführen müssen, bevor der Leser wird sagen können, er freue sich, dessen nähere Bekanntschaft gemacht zu haben. Aber sehr geduldig müssen wir dennoch zu Werke gehen, denn wir versichern, daß wenn wir mit unserm Gast so zu sagen mit der Thür ins Haus fallen, und etwa das, was das Hühnchen am zweiten Tage der Brütung ist, ohne Vorbereitung vor die Augen unserer Leser bringen wollten, diese im vollsten Ernste ausrufen würden: was wir hier sehen, ist weit eher ein Pantoffel als ein Hühnchen.

Darum wollen wir denn auch unsere Leser auf die Bekanntschaft, die sie zu machen haben, vorbereiten, und dazu gehört, daß wir uns vor Allem noch einmal das Ei und namentlich den bereits vorgeführten Keimfleck betrachten, denn gerade hier in dem Keimfleck, da liegt der Knoten.

Der Keimfleck liegt, wie wir bereits gesagt, mitten auf der Oberfläche des Dotters und läßt sich leicht

genug an jedem Ei auffinden, sobald man den Dotter geschickt zu drehen weiß, ohne daß die Haut, die ihn umschließt, zerreißt. Wenn man den Dotter so vor sich hinlegt, daß die beiden kleinen Eiweißklümpchen sammt den gedrehten Eiweißfäden zu beiden Seiten des Dotters liegen, so findet man, daß der Flecken gleichweit von ihnen entfernt ist. Denkt man sich den Dotter in seiner Kugelgestalt, und stellt man sich vor, daß die Eiweißklümpchen, welche die Hausfrauen fälschlich „die Augen" nennen, die Pole dieser Kugel sind, so liegt der Keimfleck auf einem Punkte des Aequators dieser Dotterkugel.

Was aber ist denn dieser Keimfleck?

Diese Frage ist wahrhaftig so schwierig zu beantworten, daß man ihr gern aus dem Wege gehen möchte, wenn es sich nur schickte.

Der Keimfleck zeigt sich bei genauer Besichtigung nicht als ein bloßer Fleck, sondern als eine kleine runde Scheibe, so groß wie etwa ein plattgedrücktes Senfkörnchen, eine Scheibe, die aus zwei Häutchen besteht, die wie Blätter übereinander liegen. Und diese Scheibe liegt unter der Dotterhaut und schimmert durch diese hervor.

Da wir nun wissen, daß der Keimfleck eigentlich eine Keim-Scheibe ist, wollen wir sie fortan mit diesem Namen bezeichnen, und so wollen wir denn sagen: die Keimscheibe ruht auf dem flüssigen Dotter, und zwar an der Stelle, wo der Kanal hinabgeht bis zum Mittelpunkt der Dotterkugel, woselbst sich eine kleine Höhle befindet.

Die Keimscheibe also ist wie eine Art Deckel über einem feinen Eingang, der zum Mittelpunkt des Dotters

führt. Sie ruht mit den Rändern auf dem Dotter, während die Dotterhaut, die den Dotter im ganzen überzieht, auch über die Keimscheibe geht.

Die Veränderungen, die wir nun hauptsächlich sehen werden, gehen eben mit der Keimscheibe vor; denn das Hühnchen ist, — so sonderbar es auch klingt — nichts als die veränderte, umgewandelte Keimscheibe. Das Ei sowohl wie die Dottermasse erleiden zwar Veränderungen, indem sie sich vermindern und dünnflüssiger werden; aber die Hauptumgestaltung geht mit der Keimscheibe vor, so daß wir in der Folge von der Masse des Eiweißes und des Dotters ganz absehen und immer nur das kleine Scheibchen in seiner Entwickelung im Auge haben werden.

Die ganze Umwandlung aber, das merke man sich wohl, geht unter der Dotterhaut vor sich, so daß man, wenn man ein werdendes Hühnchen wirklich bloß vor sich haben will, genöthigt ist, die Dotterhaut zu zerschneiden und das unter ihr liegende, sehr sonderbare Wesen hervorzuziehen.

Nach diesen vorbereitenden Bemerkungen müssen wir noch zeigen, was man mit scharfen Vergrößerungsgläsern an der Keimscheibe Bemerkenswerthes gesehen hat; und das wollen wir im nächsten Abschnitt thun und der etwanigen Ungeduld eines oder des andern Lesers nur noch das eine sagen, daß man nicht etwa ein ganz kleines Hühnchen oder auch nur ein Köpfchen eines Hühnchens, ja nicht einmal — eine Seele eines Hühnchens, sondern ganz was Anderes gesehen hat.

IX. Was man sieht und was man nicht sieht.

Untersucht man die Keimscheibe und die Stelle, auf welcher sie liegt, mit einem Mikroskop von zwei- bis vierhundertmaliger Vergrößerung, so sieht man in der That mehr als mit bloßem Auge. Kann man nun auch nicht sagen, daß die wunderbaren Vorgänge der künftigen Entwickelung dadurch ihre volle Erklärung finden, so giebt das, was hier vor dem Beginn der Bebrütung und schon wenige Stunden nachher gesehen wird, doch einigen Anhalt zur nähern Einsicht in dieses größte Räthsel der Natur, das Räthsel des werdenden Lebens.

Wir wollen es versuchen, in Kürze die Resultate der neuesten Untersuchungen dieser Art den Lesern vorzuführen, indem wir hierbei der außerordentlich sorgfältigen Arbeit des Professor Remak folgen, dessen Leistungen auf dem Gebiet der Naturwissenschaft stets volle Anerkennung gefunden haben.

Mit großer Sorgfalt vermag man die kleine Keimscheibe abzuheben und dann gewahrt man, daß sie nicht nur der Deckel eines Kanals ist, der zur Höhle im Mittelpunkt des Dotters führt, sondern daß an der Stelle, wo die Keimscheibe aufliegt, eine Art kleiner Grube sich befindet, welche mit weißem feinen Schleim ausgekleidet ist. Am Boden dieser Grube ruht ein kleiner weißer Kern, der eigentlich den Kanal zur Dotterhöhle verstopft. Man wird sich also ein richtiges Bild

von dem ganzen Dinge machen, wenn man sich vorstellt, daß im Mittelpunkte des Dotters ein hohler Raum ist; von diesem Raum geht ein Kanal hinauf bis zur Oberfläche der Dotterkugel. Hier aber erweitert sich der Kanal und bildet eine Art Grübchen oder Becher, der mit feinem Eiweiß überzogen ist. Das Loch dieses Bechers, das zum Kanal führt, ist mit einem weißen Körnchen verstopft und auf dem Rand des Bechers ruht die Keimscheibe wie ein Deckel.

Untersucht man diese Keimscheibe genauer, so findet man, daß sie aus zwei übereinander liegenden Häutchen besteht, die man Blätter nennt. Mit Vorsicht lassen sich beide Blätter von einander trennen und gesondert unter das Mikroskop bringen; thut man dies, so zeigt sich am untern Blatt durchaus nichts Besonderes wohingegen das obere Blatt aus feinen, sehr kleinen Kügelchen bestehend sich darstellt, in deren Mitte man schon Andeutungen von Kernen erkennen kann.

Das ist vorerst Alles, womit das Ei ausgestattet ist, wenn es in die Ausbildungsanstalt, in die Brütmaschine gebracht wird; und man wird gestehen, daß dies sehr wenig ist, um Aufschluß über einen Vorgang zu geben, wie der, den wir noch an dem Ei erleben werden. Gleichwohl ist hierin eine Andeutung gegeben, um sich mindestens eine Vorstellung über den wunderbaren weiteren Verlauf einigermaßen bilden zu können.

Wir werden nämlich in der ganzen weitern Darstellung wahrnehmen, daß es wirklich nur die Blättchen der Keimscheibe sind, welche zum lebenden Geschöpfe

werden. Sie, die Blättchen, werden sich verändern, sie werden anschwellen, sie werden wachsen, sie werden sich falten, sich umschlagen und verschiedenartig legen und dabei Organe in sich und an sich entwickeln, so lange, bis wirklich ein ganzes lebendiges Hühnchen vor uns erscheinen wird. Im vollen Sinne des Wortes werden wir dann eingestehen müssen: ein Hühnchen ist eine vollends entwickelte Keimscheibe eines Hühner-Eies. Wir müssen also von der Keimscheibe sagen, daß sie die unbegreifliche Fähigkeit habe, eine Veränderung anzunehmen, die sie zum lebenden Wesen macht. Allein um diese Umwandlung machen zu können, ist es nöthig, daß sie in sich Stoffe aufnehme, ähnlich wie ein Pflanzenkeim dies thut, aus dem sich ein Baum entwickelt, der Blätter, Blüthen und Früchte trägt, und so eine höchst merkwürdige Veränderung seines Wesens erfährt. Und dieser Stoff, den die Keimscheibe an sich zieht, ist eben das übrige Ei.

Der Kanal unter der Keimscheibe, der zu der kleinen Höhle in dem Mittelpunkt der Dotterkugel führt, ist nun der Weg, auf dem der Stoff des Eies zur Keimscheibe gelangt. Man hat Ursache, sich vorzustellen, daß in Folge der Wärme der Brütung eine Bewegung der kleinsten Theilchen des Eies hervorgerufen wird. Vielleicht findet ein Zuströmen nach dem Mittelpunk des Dotters statt, von welchem aus der Kanal die geeigneten Theilchen des Eies aufwärts sendet. Die Veränderungen, welche das Eiweiß erduldet, mögen wohl auch erst durch die Veränderungen der Masse des

Dotters hervorgerufen werden. Zwar ist der Dotter in der Dotterhaut abgeschlossen von dem Eiweiß; allein man weiß es jetzt durch die mannigfachsten Versuche, daß alle Arten von Haut einen Austausch der Säfte von der einen Seite zur andern zulassen, ja sogar begünstigen. In den Wänden aller Thierhäute findet eine Art Ein- und Ausschwitzen statt, welches man wissenschaftlich mit dem Namen Endosmose und Exosmose bezeichnet.

In der That lehrt der Augenschein, daß die Keimscheibe nach und nach den ganzen Stoff des Eies an sich zieht und gewissermaßen verspeist und in Folge dieser Speise wächst. Unzweifelhaft spielt auch die Luft im Ei und die Luft außerhalb des Eies, und zwar durch die feinen Löcher der Eischale hindurch, ihre wichtige Rolle mit. Ein luftdicht umschlossenes Ei brütet ebensowenig aus wie ein Ei, von dem auch nur ein kleiner Theil der Schale abgebrochen ist. — Inwieweit noch andere Kräfte hier mitwirken, ist freilich nicht festzustellen. Aus allem aber geht hervor, daß es die kleine Keimscheibe ist, welche das Ei im Ganzen während der einundzwanzig Tage aufspeist und die verbrauchten Stoffe sogar auch ausscheidet; dafür aber wächst, verändert und gestaltet sich diese Keimscheibe so lange um, bis sie ein vollständiges Hühnchen geworden ist.

Freilich kann man das, was da vorgeht, oder richtiger während es vor sich geht, nicht sehen; die Untersuchung kann immer nur dahin geführt werden, um genau zu ermitteln, was von Zeit zu Zeit bei jedem

neu aufgebrochenen Ei bereits vorgegangen ist; aber indem wir die Resultate dieser Untersuchung unsern Lesern kurz vorführen werden, wird man es uns erlauben, auch einige Vermuthungen auszusprechen, die freilich die strenge beobachtende Wissenschaft nicht früher zu geben wagt, bevor sie nicht unumstößliche Beweise für dieselben hat.

X. Nach der Brütung von sechs und von zwölf Stunden.

Nehmen wir an, wir hätten eine Anzahl von Eiern in die Brütmaschine gebracht, woselbst sie dem Einfluß einer Wärme von dreißig Graden ausgesetzt sind, so reichen doch schon wenige Stunden hin, um wesentliche Veränderungen hervorzubringen. Es ist viel in dieser kurzen Zeit vorgegangen, denn wir sehen, daß die Keimscheibe schon den richtigen Ansatz gemacht hat, um ein Hühnchen werden zu wollen, und das ist gar nicht wenig, weil dies voraussetzt, daß die kleine Keimscheibe dem ganzen Ei den Impuls gegeben haben muß, um ihr und ihrer Bestimmung dienstbar zu sein.

Freilich ist das, was wir nach etwa sechs Stunden Brütung sehen können, nicht sehr auffallend; aber es ist doch immer der Anfang gemacht und bekanntlich ist aller Anfang schwer.

Das Erste, was man sieht, ist, daß die Keimscheibe

gewachsen ist. Früher hat sie nur wie ein Deckel auf dem Grübchen aufgesessen, das zum Kanal der Dotterhöhle führt, jetzt hat sie sich's bequemer gemacht; sie hat um sich gegriffen und ruht mit einem breiteren Rande auf dem Dotter. Untersucht man indessen genauer, welcher Theil der Keimscheibe so zugenommen hat, so findet man, daß dies nur vom oberen Blatte der Scheibe geschehen ist, während das untere Blatt an einer anderen Art von Veränderung Theil genommen hat, die bedeutsam genug ist.

Vor der Bebrütung waren durch das Mikroskop nur Kügelchen im Keimblatt bemerkbar; während der Bebrütung von nur wenigen Stunden haben sich zuerst die Kügelchen durch Theilung vermehrt; das heißt, aus einzelnen größeren Kügelchen wurden mehrere kleinere. Da es eine ganze Masse von Thierchen giebt, die in dieser Art von Vermehrung durch Theilung ihr Geschlecht fortflanzen, so ist diese Erscheinung am Ei allein schon hinreichend anzudeuten, daß hier ein Lebensakt vor sich gegangen ist, der erste Akt in einem vielaktigen Spiel des Lebens.

Aber es bleibt nicht bei dieser Vermehrung der Kügelchen stehen; sondern es leitet diese Vermehrung nur den zweiten wesentlichen Akt ein, und zwar die Entstehung von Zellen.

Meist sieht man nach sechsstündiger Brützeit, daß sowohl das obere wie das untere Blatt nicht mehr aus Kügelchen besteht, sondern daß aus den Kügelchen schon Zellen geworden sind, das heißt: Bläschen von

einer feinen Haut gebildet, welche im Innern eine Flüssigkeit und in der Mitte einen kleinen Kern in sich haben.

So geringfügig dies dem Unkundigen erscheinen mag, so wichtig ist diese Erscheinung in den Augen jedes Kenners, der dem Wesen und den Erscheinungen des Lebens nachspürt.

Man muß es nämlich wissen, daß die Zelle ein wesentliches Merkzeichen des Pflanzen- und Thierlebens ist, während Alles, was dem Gesteinreich angehört, also nicht Pflanze oder Thier ist, immer nur in Krystall-Form auftritt. Die Naturforschung der neuern Zeit hat die eben so wichtige wie interessante Entdeckung gemacht, daß alle Produkte der Gestein-, Erd- und Metallarten, mit einem Wort, daß alle Dinge, die nicht von Pflanzen oder Thieren abstammen, in ihrer Form schon wesentlich verschieden sind von Pflanzen- oder Thierstoffen. Jene Dinge, die man die leblosen nennt, nehmen immer, sobald sie sich zu festen Körpern gestalten, die Krystall-Form an. Anders jedoch ist es mit den Stoffen, die ein Leben in sich tragen, wie Pflanze und Thier; sie bestehen nie aus Krystallen, sondern immer aus sehr kleinen aneinander gefügten Zellen. Krystalle sind daher ein Merkmal der leblosen Materie, während die Zelle das Merkmal der lebenden oder lebensfähigen Materie ist.

Daher ist der Moment, wo die beiden Blätter der Keimscheibe in sich Zellen ausbilden, auch mit Recht als ein Moment der Lebensentwickelung zu betrachten,

als das erste Erwachen des Lebenstriebes, der die Materie zwingt, die Form des Lebens anzunehmen.

So gering dieser Anfang ist, so leitet er doch das Leben ein und ist die Vorbereitung zu einer weitergehenden Entwickelung, die sofort schon, wie wir sehen werden, bedeutender wird, wenn wir ein zweites Ei erst nach noch weiteren sechs Stunden aus der Brütmaschine nehmen.

Brechen wir dieses Ei auf, so bemerken wir, daß die Keimscheibe und zwar hauptsächlich das obere Blatt derselben, sich noch weiter ausgedehnt hat. Die Zellen haben sich vermehrt und sind deutlicher als solche zu erkennen; hauptsächlich Neues aber, das hier zur Erscheinung kommt, ist eine bedeutende Veränderung des unteren Keimblattes.

Das untere Keimblatt nämlich spaltet sich und wird zu zwei Blättern, von denen das eine unter dem andern liegt, so daß die Keimscheibe jetzt aus drei übereinanderliegenden Blättern besteht. Wir werden auch fortan, wenn wir von den Blättern der Keimscheibe sprechen, das unterste, das mittlere und das obere Blatt genau von einander zu unterscheiden haben; denn wir werden bald sehen, daß jedes der drei Blätter, oder richtiger der drei übereinander liegenden Häutchen, welche jetzt schon einen recht breiten Deckel über dem Eingang und dem Rand der Dotterhöhle bilden, eine besondere Bestimmung hat. Jedes dieser drei Blätter ist, wie die neuesten Untersuchungen des genannten verdienstvollen Naturforschers Remak bewiesen haben, eine Art Fabrik,

die den Stoff, der ihm wahrscheinlich durch den Dotterkanal zuströmt, in eigener Weise verarbeitet, um daraus entsprechende Theile des Hühnchens zu machen.

Ist denn aber vom Hühnchen noch gar nichts zu sehen?

Nur Geduld, mein freundlicher Leser, wir werden gleich etwas davon zu sehen bekommen, was wir Menschen, wenn wir Hühnchen machen sollten, schwerlich zuerst machen würden.

XI. Wir sehen etwas vom Hühnchen.

Bis über die Mitte des ersten Brüttages hat sich noch immer kein bestimmter Leibestheil des Hühnchens gebildet. Die drei übereinander liegenden Blätter der Keimscheibe, die eigentlich Alles in Allem sind, haben zwar begonnen, die erste Stufe des Lebens zu beschreiten; aber man kann bis jetzt immer noch nicht sehen, wo und wie aus denselben ein Geschöpf oder auch nur ein Theil des Geschöpfchens entstehen soll. Erst um die vierzehnte oder fünfzehnte Stunde zeigt sich die erste Spur des ersten Körpertheiles.

Und welches ist dieser Körpertheil, der die Ehre hat, der Erstgeborne oder Erstgebildete vor allen anderen zu sein? —

Wahrlich, wir haben nicht übel Lust, eine kleine Weile unsere Leser über die Antwort auf diese Frage nachdenken zu lassen.

Wenn wir Menschen im Stande wären, Hühnchen zu machen, womit würden wir wohl zuerst anfangen? Der Eine meint ohne Zweifel, daß der Kopf doch die Hauptsache sei, und es sich zieme, zuerst einen Hühnerkopf fertig zu machen und an diesen das Uebrige anzusetzen. Der Andere sagt sicherlich: Nein, das hieße ein Haus vom Giebel zu bauen beginnen; es ziemt sich, zuerst alles andere fertig zu machen, und dann der Kopf, als die Krone des Werkes, den Schluß bilden zu lassen. Ein Dritter möchte das Hirn, den Sitz des Gedankens, vor allem fertig haben; ein Vierter wird dem Herzen das Vorrecht der Erstgeburt oder Erstbildung zusprechen, weil, wenn dieses nicht da sei, das Leben gar nicht beginnen könne. — Vielleicht giebt es sogar Menschen, die den Magen als das vorzüglichste und hauptsächlichste Organ des Lebens ansehen und vor Allem verlangen würden, daß man für diesen Theil des Körpers zuerst sorgen möge. — Und so dürften die Ansichten so weit auseinander gehen, daß wir Menschen vielleicht jahrelang über den Anfang streiten würden, bevor wir überhaupt etwas zu Stande brächten, selbst wenn wir das Kunststück sonst verständen.

Die schaffende Natur macht es anders. Sie zweifelt nicht über den Anfang und ist ihrer Sache so sicher, daß von tausend Hühner-Eiern auch nicht eines abweicht von dem vorgeschriebenen Bildungsgang, sondern alle regelrecht und unabwendbar in ganz genau bestimmter Weise sich zu formen anfangen.

Um die angegebene Stunde erscheint in der Mitte

des oberen Keimblattes ein feiner Streifen, der an einem Ende ein wenig dicker ist, als am anderen; und dieser Streifen ist die erste Andeutung des Rückens und zwar dessen Mittellinie.

Der Streifen theilt die Keimscheibe in eine rechte und linke Seite, und ist auch die Grenze der rechten und der linken Seite des Hühnchens, so daß man aus dem Streifen mindestens vorerst sehen kann, in welcher Richtung dasselbe liegen wird.

Da wir wissen, daß ein Ei nicht kugelrund ist, sondern eine lange und eine kurze Axe hat, so sollte man vermuthen, daß sich das Hühnchen gewiß mit seiner Körperlänge nach der Länge des Eies legen würde. Das ist aber nicht der Fall; die Länge des Hühnchens liegt anders. Wenn man das Ei in der Breite so vor sich hinlegt, daß man das stumpfe Ende des Eies zur linken und das spitze Ende zur rechten Hand hat, so liegt der Streifen, der den Rücken des Hühnchens andeutet, senkrecht vor dem Auge des Beschauers, und zwar wird sich an dem oberen Ende, wo der Streifen ein wenig dicker ist, der Kopf des Hühnchens bilden, während das untere Ende die Schwanzseite des Hühnchens sein wird. — Denken wir uns das ganze Ei als das Bett des Hühnchens, so liegt das Hühnchen nicht, wie jeder ordentliche Mensch, mit der Körperlänge in der Länge seines Bettes, sondern durchaus in der Quere.

Das mag uns freilich sonderbar genug vorkommen; da aber die schaffende Natur das Ding doch besser versteht als wir, so müssen wir uns damit beruhigen, daß

es gewiß so sein muß. Und wirklich scheint es der Fall zu sein, denn diese quere Lage hat einen besonderen Vortheil für unser werdendes Geschöpf. — Wir werden nämlich später sehen, daß das Hühnchen seinen Kopf nebst dem langen Hals nicht zu lassen weiß und diesen umbiegen muß nach der linken Seite, meist unter den linken Flügel; dadurch kommt aber der Schnabel gerade an das breite Ende des Eies, wo der Luftraum sich befindet und das junge Geschöpf hat hiernach die beste Gelegenheit, sich im Athmen zu üben, wenn es so weit ist, dies Kunststück benutzen zu müssen. Läge das Hühnchen der Länge nach im Ei, so würde diese Länge doch nicht ausreichen, um den Kopf an den Luftraum zu lassen, denn ein Hühnchen ist von Kopf bis Schwanz viel länger, als ein Ei vom breiten bis zum spitzen Ende. Das Hühnchen wäre nun genöthigt, den Kopf wiederum seitwärts irgendwo unterzubringen, würde aber dabei schlecht fahren, indem es mit dem Schnabel nicht an einen Luftraum käme.

Mit diesem Auftreten des ersten Streifens, der die Ehre hat, die Mittellinie des Rückens unseres Hühnchens vorzustellen, sind noch andere Erscheinungen verbunden, die man etwa nach einer Brütung von achtzehn Stunden deutlich sehen kann.

Die ganze Keimscheibe hat sich bedeutend vergrößert; dabei verdicken sich die beiden oberen Blätter in ihrer Mitte, so daß sie dort undurchsichtiger werden, als an den Rändern. Endlich aber verwachsen die beiden obersten Blätter mit einander in der Richtung

jenes ersten Streifens und bilden durch diese Verwachsung eine längliche Platte, die man die Axen-Platte nennt. Rings um diese Platte aber sammelt sich sowohl oben um den künftigen Kopf wie unten um den künftigen Schwanz des Hühnchens eine mehr körnige Verdickung an, die sich mit dem obersten Blatte etwas dunkler ausnimmt, und dem ganzen Dinge, das wir jetzt vor uns haben, den Anblick eines kleinen Bisquits giebt, dessen oberes und unteres Ende von einem dunklen Rande umgeben ist.

Wir werden sofort sehen, wie dies nur die Einleitung ist zur Bildung des wichtigsten Organes in unserm armen Geschöpfchen, das verurtheilt ist, das geheimnißvolle Werden seines Lebens unterbrechen zu lassen, um unsere Wißbegierde zu stillen.

XII. Das Hühnchen ist einen Tag alt.

Wir haben gesehen, daß die Hühner-Fabrikation in der ersten Hälfte des ersten Tages etwas langsam und bedächtig vor sich geht; dafür aber macht sich's in den letzten sechs Stunden dieses Tages schon etwas besser, und zwar geht die Fabrik nach allen Richtungen hin recht ernst darauf los, etwas zu Stande zu bringen.

Der Rücken des Hühnchens war bereits in der achtzehnten Stunde der Brütung durch den feinen Streifen auf der Keimscheibe angedeutet. In der Richtung dieses

Streifens wächst das obere und das mittlere Keimblatt zusammen und bildet eine schmale, längliche Platte. In dieser Platte nun, welche man als Rückenplatte bezeichnen kann, erhebt sich längs den beiden Seiten des ersten Streifens ein feiner Rand, der sich wie der Wall neben dem Streifen hinzieht.

Da dies wie gesagt zu beiden Seiten längs des ersten Streifens geschieht, so stehen sich die zwei Wälle gegenüber und lassen ein langes Thal oder richtiger eine Rinne in ihrer Mitte — und diese Rinne wird bald die hohle Wirbelsäule bilden, in welcher das so wichtige Rückenmark sein sicheres Lager findet.

Die Rinne ist nach der Kopfseite hin etwas tiefer, indem hier die Wälle zu beiden Seiten etwas schärfere Kanten bilden. Ist dies geschehen, so bemerkt man bald, daß sich die scharfen Kanten der Wälle zu einander neigen, und indem sie sich berühren und später mit einander verwachsen, fangen sie an, ein hohles Rohr zu bilden, welches den Kanal ausmacht, der vom Gehirn durch den Hals und Rücken geht, und der der Sitz des Nervenstranges wird, von dem aus später der ganze Körper mit Nerven versorgt wird.

Fast gleichzeitig aber bemerkt man auch, daß zu beiden Seiten der Rinne und der sie bildenden Wälle weiße kleine Flecke entstehen, die fast wie knöcherne Würfelchen aussehen. Diese Würfelchen sind wirklich werdende Knochen und zwar bilden sie den Anfang der Wirbelknochen. Wenn nun die Rinne zuwächst und das Rohr bildet, so nimmt sie diese Würfelchen mit, so daß

sie von beiden Seiten zu einander kommen und so die knöcherne Wirbelsäule zu bilden anfangen, welche das Rückenmark, jenen vom Gehirn ausgehenden Nervenstrang, einschließt.

Sieht man denn aber nichts vom Kopf des Geschöpfchens, der der Sitz des Gehirns werden soll?

Die Antwort auf diese Frage wird wahrscheinlich den Lesern etwas sonderbar klingen; aber wir können uns nicht helfen, sondern müssen es nur sagen, daß alle Forschungen der neuesten Zeit den Beweis geliefert haben, daß der Kopf eines Wesens keineswegs etwas ganz Apartes, besonders Geschaffenes ist, dem der Körper nur als eine Art Postament zugegeben ist; es ist vielmehr der Kopf jedes Thieres nur ein höher ausgebildeter Wirbel desselben.

Es würde uns viel zu weit von unserm Thema abführen, wenn wir diese Behauptung der neuern Wissenschaft unsern Lesern völlig deutlich machen wollten; nur so viel wollen wir sagen, daß damit keineswegs behauptet werden soll, daß das Haupt nicht auch die Hauptsache am Thiere sei; es soll damit nur das Eine gesagt werden, daß die Natur die erste Bildung des Kopfes nur als Wirbel anlegt und die Form des Kopfes erst aus der des Wirbels entwickelt.

An unserm Hühnchen nimmt man diese Art Entwickelung ebenfalls wahr. Der Kopf des Hühnchens ist vorerst in der That nur der erste oberste Wirbel; aber gleichzeitig mit dieser Bildung geschieht schon etwas

Besonderes mit diesem werdenden Kopfe und dies ist Folgendes:

Schon während der letzten Stunden hebt sich die immer weiter wachsende Keimscheibe etwas in die Höhe. Der Rücken des Hühnchens krümmt sich gewissermaßen und macht einen kleinen Buckel. Während aber bei der Bildung des Wirbelrohrs und der Wirbel nur die beiden oberen Blätter der Keimscheibe thätig waren, erhebt sich's am Kopfende, also am ersten Wirbel, blasenartig von unten, vom untersten Blatte her in die Höhe, und diese Erhöhung biegt und buchtet sich am Kopfende immer mehr vor, so daß das Hühnchen auf dem Dotter wie ein umgestülpter Kahn daliegt, dessen obere Biegung stärker ist, als die untere.

Während der Zeit, daß dies vor sich gegangen ist, hat die Fabrik an andern Theilen keineswegs still gestanden; sie hat sich vielmehr nach allen Seiten hin geregt und bewegt.

Vor Allem hat sich beim Heben des Rückens schon die Anlage der rechten und linken Seite des Hühnchens gemacht. Zwar kann man keinem Menschen in der Welt zumuthen, in diesem Dinge wirklich ein Hühnchen zu erkennen; aber es ist doch schon immer etwas, wenn man sagen kann: falls dies ein Hühnchen wird, so wird hier oben der Kopf, diese Seite die rechte, diese die linke desselben sein. Genaue Untersuchungen zeigen aber noch mehr, und zwar ringsum im Rande des mittlern Blattes, welcher Rand gar nicht mit dem Hühnchen in Verbindung zu sein scheint, sondern nur wie ein Kranz

rings um dasselbe liegt. In den feinen Geweben dieses Randes zeigen sich gegen Ende des ersten Brüttages feine Blutzellen, die später eine wichtige Rolle spielen.

Blicken wir nun noch auf den Dotter im Ganzen, so sehen wir, daß die dreiblättrige Keimscheibe, in deren Mitte sich eine Hühnchen-Form erhebt, mit ihren drei verschiedenen Rändern weit in den Dotter eingreift; das oberste Keimblatt am weitesten, weniger das mittlere; während aber diese beiden Blätter auf der Oberfläche des Dotters sich ausbreiten, geht das unterste Blatt tiefer in den Dotter hinein und breitet sich innerhalb desselben aus.

So weit wäre nun ungefähr das Hühnchen nach vierundzwanzig Stunden; wir werden bald sehen, was es in den nächsten Stunden noch für Kunststücke machen kann.

XIII. Ein Blick in die Hühnerfabrik.

Aus der Geschichte des Hühnchens am ersten Tage seiner Bildung ergiebt sich schon, daß die Natur anders verfährt, als wir Menschen verfahren würden.

Die Natur macht nicht einen Theil fertig und läßt ihn dann ruhen, um zu einem andern überzugehen, damit sie, wenn sie nach und nach Alles gemacht hat, die Zusammensetzung des Hühnchens vornehmen könne. Sie arbeitet vielmehr gleichzeitig und in ununterbrochenem Zusammenhang an allen Theilen zugleich.

Ihrem Wirken kommt eine Fabrik weit mehr nahe, als eine Werkstatt. Der Unterschied zwischen menschlicher Fabrik und Werkstatt ist meisthin der, daß in der Fabrik die Theilung der Arbeit und das gleichzeitige Fertigwerden aller einzelnen Theile stattfindet. In derselben Zeit, wo in dem einen Winkel einer Uhrfabrik ein Rädchen gemacht wird, werden auf allen andern Seiten der Fabrik alle übrigen Theile der Uhr gleichzeitig fertig. Bei der Werkstatt ist dies nicht so. Dort muß meisthin der eine Theil des Werkes liegen bleiben, um auf das Fertigwerden des andern zu warten. Die Theilung der Arbeit in der Fabrik fördert die Herstellung des Ganzen, während dagegen die Werkstatt äußerst langsam vorwärts kommt. In diesem Sinne ist wirklich die Natur fabrikmäßig in ihrem Schaffen.

Sie ist aber zugleich eine höchst vollendete, von Menschen durchaus unnachahmliche Fabrik, insofern sie nicht nur gleichzeitig, sondern auch zusammenhängend arbeitet. Während jede menschliche Fabrik, wenn alle einzelnen Theile des Werkes fertig geworden sind, erst noch die Zusammenstellung des ganzen Werkes vornehmen muß, arbeitet die Natur schon sofort einen Theil in den andern hinein, so daß nicht Theile, sondern wirklich ein Ganzes mit einemmale fertig wird.

Wir haben zwar bei der Thätigkeit unserer Hühner-Fabrikation am ersten Tage gezeigt, daß sich vornehmlich der Rücken zuerst auszubilden anfängt; aber man täuscht sich, wenn man glaubt, daß das wirklich schon ein fertiger Rücken ist, was wir nach den ersten vierund-

zwanzig Stunden sehen. Weder die Haut, noch das Rückenmark, noch die Knochen, weder das Fleisch, noch die Blutadern, noch die Nerven sind in demselben vorhanden. Alles ist aber zugleich angelegt, um zur Zeit fertig zu werden und zwar zur Zeit, wo das ganze Hühnchen fertig ist, nicht früher und nicht später.

Wie aber sieht es nach dem ersten Tage mit den Seiten und dem Bauch des Hühnchens aus?

Um über diese Frage den Leser vollkommen klar zu machen, müssen wir einen besondern Umstand hier hauptsächlich hervorheben, der sich eigentlich schon von selbst verstehen sollte.

Das, was wir den Rücken des Hühnchens genannt haben und ebenso die blasenartige Buchtung, die wir als Anlage des Kopfes erkennen, ist — das bitten wir unsere Leser sich zu merken — nur eine Erhöhung und Faltung in der Mitte der Keimscheibe, deren Blätter sich dort so gehoben haben. Dieser Rücken sowohl wie der sogenannte Kopftheil ist ganz und gar in der Runde verwachsen mit der den Dotter umschließenden Keimscheibe, so daß man diese Körpertheile gar nicht vom Dotter abheben kann, ohne die Keimscheibe mit abzuziehen.

Thut man dies aber, oder schneidet man Kopf und Rücken von der Keimscheibe aus und kehrt das Ding, das einen Körpertheil eines Geschöpfes vorstellen soll, um, so findet man, daß weder ein Bauch, noch eine Brust, noch ein sogenanntes Gesicht vorhanden ist. Es ist nichts da als eine Höhlung, welche auf dem Dotter geruht hat, und es zeigt sich auf diesem Dotter auch

nicht die geringste Spur, wie und wo hier ein Bauch, eine Brust und der Vordertheil des Kopfes entstehen soll.

Und in der That wird es auch nicht so entstehen, wie man sich das denken sollte; vielmehr müssen wir jetzt auf die wundervolle Erscheinung aufmerksam machen, die sich erst später zeigen wird, die aber zum Verständniß dessen, was am zweiten Tage geschieht, durchaus nothwendig ist.

Die Rückseite des Hühnchens ist eben im Bilden begriffen und sie bildet sich aus einem Theil der Keimscheibe und zwar aus deren Mitte. Die Vorderseite dieses Geschöpfes, das, was man Bauch, Brust u. s. w. nennt, wird noch lange Zeit offen bleiben, offen auf dem Dotter liegend, ja ein wirkliches Schließen wird erst sehr spät stattfinden, fast erst kurz vor dem Auskriechen des Hühnchens aus dem Ei. Aber schon vom zweiten Tage ab wird sich die Anlage zur Bildung der vordern Wände des Körpers zeigen; und zwar ist es auch die Keimscheibe, die diese bilden wird.

Der Vorgang ist ganz eigenthümlich und erfordert, daß man sich die Sache etwas deutlicher macht. Man denke sich das Hühnchen, als ob es ganz und gar in dem Theil läge, den wir jetzt Rücken und Kopf genannt haben, und stelle sich vor, daß die übrige Keimscheibe ringsum nur eine Art Schlauch ist, die das Hühnchen mit dem Dotter verbindet. Für jetzt ist dieser Schlauch weit, sehr weit, viel weiter, größer und breiter als das Hühnchen selber; aber dieser Schlauch wird sich nach und nach unter dem Hühnchen zu verengen anfangen;

er wird unter dem Kopf und der Schwanzseite und ebenso zu beiden Seiten des Hühnchens sich zusammenziehen, und gewissermaßen immer mehr und mehr abschnüren, so daß der Schlauch immer enger wird, bis er endlich so dünn wie ein Rohr ist, das innerlich einen Kanal bildet, der vom Hühnchen zum Dotter führt. In dieser Weise wird das Hühnchen auch einen Vordertheil des Körpers bekommen und zwar aus demselben Zeug, woraus sich der Rücken gebildet und nur mit dem Unterschied, daß der Rücken sich gehoben und der Vordertheil sich durch ein unter dem Hühnchen stattgehabtes Zusammenziehen der Keimscheibe gemacht hat. Das Hühnchen wird dann wie eine Frucht aussehen, die auf einem Stiel, dem Rohre wächst, welches vom Dotter zu demselben hinführt.

Und wirklich ist es so. So ist es nicht nur mit dem Hühnchen, sondern auch mit dem im Mutterschooß ruhenden menschlichen Geschöpf, und der Stiel, woran es dann wächst, ist — die Nabelschnur, durch welche es groß gefüttert wird bis zur Minute, wo es an die Luft dieser Welt gesetzt wird.

Nach dieser Vorbereitung wird es uns leichter werden, die Vorgänge des zweiten Tages deutlicher zu machen.

XIV. Wie Einem Hören, Sehen und Denken vergehen kann.

Ist es schon keine Kleinigkeit, dem Treiben des Hühnchens während der ersten vierundzwanzig Stunden der Brütung nachzuspüren, so hat man wahrhaftig alle Hände voll zu thun, wenn man dessen Erlebnisse des zweiten Tages aufzählen soll.

Wir könnten uns zwar das Ding recht leicht machen und glattweg unseren Lesern versichern, daß dieser zweite Tag aus dem Leben des Hühnchens, wie man so zu sagen pflegt, der schönste Tag seines Lebens sei, denn es wird an diesem Tage ein Wesen von Kopf und Herz. Aber wir haben viel, viel dem hinzuzufügen, zumal da der Kopf an diesem Tage eher wie vier verschiedene Köpfe aussieht als wie ein einziger und was das Herz betrifft, sicherlich kein Mensch auf Gottes weiter Erde behaupten wird, das Hühnchen habe an diesem Tage das Herz auf dem rechten Flecke.

Es geht hierbei aber noch so viel Anderes drum und dran vor, daß wir gut thun, die Hauptsachen der Reihe nach aufzuführen.

Schon am ersten Tage begann sich das hohle Rohr im Rücken zu bilden, welches das Rückenmark aufzunehmen bestimmt ist; am zweiten Tage setzt sich diese Bildung fort, so daß es sich vom Hals abwärts mehr und mehr schließt. Zugleich vermehren sich von beiden Seiten dieses Rohres die Anfänge der Wirbelknochen

und fügen sich so zu einander, daß sie das Wirbelrohr umschließen.

Ferner umspannt die unausgesetzt wachsende Keimscheibe immer mehr und mehr den Dotter, so daß sie bald den ganzen Dotter in sich eingeschlossen haben wird. Aber indem sie dies thut, hebt sich der Theil der Keimscheibe, der Hühnchen ist, immer mehr und mehr vom Dotter ab und vollzieht so eine Absonderung oder Abschnürung des Hühnchens vom Dotter.

Vornehmlich aber treten am zweiten Tage der Brütung folgende hauptsächliche Erscheinungen auf.

An der Kopfseite des Thierchens, das wir vor uns haben, erheben sich vier verschieden geformte blasenartige Erhöhungen, so daß man meinen sollte, es wollen sich am Hühnchen vier Köpfe bilden. Gleichwohl aber zeigt es sich bald, daß diese Erhöhungen nur Theile eines Gehirnes sind und sie alle zusammen den Kopf ausmachen werden. Und in der That stellt sich's eben um die Mitte des zweiten Tages heraus, daß der Kopf ernstliche Anstalten macht, seinen bevorzugten Charakter zu behaupten.

Das Ei bietet zwar für einen nur einigermaßen erhabenen Kopf keinen Raum; dazu muß man von diesem Kopfe noch sagen, daß er ganz besonders demüthig erscheint, denn er taucht gewissermaßen in den Dotter unter und sinkt beim Wachsen immer mehr auf die Brust. Der Nacken des Hühnchens ist außerordentlich gebeugt und je mehr der Kopf an Größe zunimmt, desto bescheidener läßt das Hühnchen denselben hängen. Gleich-

wohl giebt sich der Kopf doch als das hauptsächlichste Glied des ganzen Wesens zu erkennen, denn sein Wachsthum ist bedeutend stärker als das des übrigen Körpers, und er macht auch zuerst Anstalt dazu, sich zu einem Dasein außerhalb des Eies vorzubereiten, zu einem Dasein im Lichte dieser Welt, auf der wir so gern wandeln.

Um die angegebene Zeit, um die Mitte des zweiten Tages, bemerkt man nämlich an der vordersten Blase des Kopfes, oder richtiger am Vordertheil des Gehirns, zu jeder Seite desselben eine kleine Erhöhung — den Anfang der Augen.

Die Augen sind in dieser Zeit freilich nur Bläschen, die zu beiden Seiten auf einer andern Blase, dem Vorderhirn, sich bilden. Wenn man den Kopf des Hühnchens sich dazu zurecht legt, so kann man sogar durch den Kopf hindurch von einem Auge zum andern sehen und gewissermaßen beobachten, was eigentlich dort steckt, wo sich bald feste Gehirnmasse befinden soll, die unzweifelhaft die Wohnung der Gedanken dieses Thierchens werden wird. Allein so viele Gedanken dies in uns anregen mag, und so viel wir unser Auge und Hirn dabei anstrengen mögen, man vermag in dieser Stätte der größten Wunder nicht viel mehr zu entdecken, als eine helle Flüssigkeit, in welcher vorerst nicht einmal der Gedanke irgend eines Gedankens sichtbar wird, sondern aus welcher sich noch im Laufe dieses Tages festere Masse als Gehirn ausscheidet. Gleichzeitig mit diesem ersten Auftreten des Gehirns tritt das Rückenmark entschieden auf, zuerst ebenfalls nur als Flüssigkeit,

welche sich im hohlen Rohr der Wirbel bildet, dann als fester werdende Masse, welche in oder aus der Flüssigkeit entsteht.

Aber nicht das Auge allein ist es, das dem Kopf jetzt schon den Charakter eines Dinges giebt, welches sich vorbereitet, im Lichte des Tages auf der Erde zu wandeln, sondern auch jene Pforten beginnen sich zu beiden Seiten des hintern Hirntheils zu bilden, welche Kunde von dem geben, was in der Entfernung vorgeht, selbst wenn man es nicht sieht. Das Ohr, welches bestimmt ist, auf Erden die Schwingung der Luft als Schall und Ton in sich aufzunehmen, und auf das Bewußtsein des Gehirns zu wirken, das Ohr fängt an, sich schon in der letzten Hälfte des zweiten Tages zu bilden, freilich nur als feines Bläschen, an welchem vorerst nichts von seiner künftigen Bestimmung zu erkennen ist als das eine, daß es ungefähr den Ort einnimmt, wo das fertige Ohr seinen Sitz haben wird.

Bedenkt man nun, daß dies in der verschlossenen Ei-Schale geschieht, wo weder eine Anregung zum Sehen, noch zum Hören, noch zum Denken da ist — also nicht geschieht für den jetzigen Zustand des Hühnchens, sondern für seine ihm völlig unbekannte Zukunft auf Erden, wo ihm Gedanken nöthig sein werden, wo es sein eigenes Kikriki und sonst noch Vieles wird zu hören bekommen, und wo es auch was zu sehen giebt, weil die zwanzig Millionen Meilen weit entfernte Sonne so gut ist, Lichtstrahlen herabzusenden, — bedenkt man dies und noch eine ganze Reihe von Gedanken, die drum

und dran hängen, so muß man gestehen, daß bei Betrachtung dieser sich bildenden Gedanken-Werkstätte, dieses Auges und dieses Ohrs in einer verschlossenen Ei-Schale — dem klügsten Menschen so zu sagen Hören und Sehen und Denken vergehen kann!

XV. Ein Wesen von Kopf und Herz.

„Was aber ist ein Wesen, und hätte es den vollendetsten Kopf, wenn ihm das Herz fehlt?!“

So vielleicht ruft eine gefühlvolle Leserin aus, die es weniger interessirt, wie sich der Kopf des Hühnchens zu bilden anfängt, und sich größeren Genuß verspricht, wenn sie vom Werden des Herzens hört.

Nun denn, so wollen wir zeigen, wie unser Wesen schon am zweiten Tage seines Daseins auch beherzt wird; aber sagen müssen wir sogleich, daß das Herz, das bekanntlich ein kurioses Ding ist, auch ganz kurios in seinem Entstehen ist.

Schon der Ort, wo es entsteht, ist höchst sonderbar und abenteuerlich, und es gehört eine besondere Sorgfalt dazu, um diesen Ort genau zu bezeichnen.

Wir müssen nämlich nicht vergessen, daß unser Geschöpf, das am Ende des ersten Tages etwa wie ein umgestülpter Kahn ausgesehen hat, auch jetzt noch nicht viel hübscher geworden ist. Es hat sich nur in so weit wachsend verändert, daß sich der Kopftheil noch mehr

gebuchtet und die Höhlung, die er vorerst bildet, noch weiter vor sich gegangen ist. Die Seitenwände, mit denen es auf dem Dotter lag, haben sich ein wenig mehr nach unten geneigt, und auch das Schwanz-Ende hat sich gebogen, und zwar abwärts an den Dotter hinab. In solcher Weise hat sich der umgestülpte Kahn in die Form eines umgekehrten Parisers verwandelt, der mit der Sohle nach oben liegt.

Stellen wir uns das Hühnchen in dieser Form vor, und vergleichen wir es einmal des Spaßes halber mit einem Pariser, so stellt der Rücken, den uns das Hühnchen zuwendet, die nach oben gekehrte Sohle vor. Die Seitentheile des Schuhes entsprechen der rechten und linken Seite des Hühnchens, der abwärts gehende Hackentheil des Schuhes ähnelt dem abwärts geneigten Schwanztheil des Hühnchens, und die nach unten gekehrte große Höhlung entspricht der nach unten sich beugenden Blase, welche der Kopf des Hühnchens ist, und die wir zur näheren Bezeichnung die Kopfkappe nennen wollen.

Auch insofern ähnelt das Geschöpfchen jetzt einem Schuh, daß es vorerst unten noch ganz offen ist. Die Leibeshöhle, Brusthöhle und Kopfhöhle ist noch an diesem Tage nur ein und dieselbe. Nur in einem Punkte ist es schlimmer dran als ein Schuh, denn es ist mit seinem Rande, dort, wo der Schuh gewöhnlich ringsum mit Band eingefaßt wird, angewachsen an der weiter um den Dotter gehenden Keimscheibe, die sich an diesem Rande umschlägt, um den Dotter in sich einzuschließen.

Bedenken wir nun, daß das ganze Geschöpf eigentlich

nur eine Art Auswuchs der Keimscheibe ist, daß diese Keimscheibe eine Blase oder Kappe bildet, statt des Kopfes, daß sie aber, nachdem sie dies gethan, umbiegt, um wieder die Oberfläche des Dotters zu bekleiden, so haben wir gerade hier, bei dem Umbiegen, die Stelle, an welcher sich in sehr sonderbarer Weise das Herz bildet.

Hier an dieser Stelle geschieht nämlich etwas, was bis dahin noch nicht der Fall gewesen ist. Die Keimscheibe besteht, wie wir wissen, eigentlich aus drei Häuten oder Blättern. Diese drei Blätter haben sich bis dahin nicht getrennt, sondern machen all' die Biegungen, Hebungen und Senkungen gemeinschaftlich. Erst an dieser Stelle, wo die Keimscheibe am untersten Rand der sogenannten Kopfklappe einbiegt, um den Dotter zu bekleiden, erst an dieser Stelle trennt sich das mittlere Blatt vom obersten um ein kleines Stückchen, und indem es auch umbiegt, um ebenfalls den Dotter zu umkleiden, entsteht zwischen dem obersten und dem untersten Blatt eine Art Sack, ein Raum, der berufen ist, das wichtigste Organ des Leibes, das Herz, in sich auszubilden.

Wie aber macht sich ein Herz?

Wahrlich, auch dies ist eine Frage, die zu beantworten nicht geringere Schwierigkeiten hat, als die Frage, wie sich Gedanken machen. Die vorzüglichsten Naturforscher sind für jetzt zufrieden, wenn sie nur erst die Entstehungsweise in den roheren Zügen kennen lernen. Nur so viel steht fest, daß der Bildung des Herzens

schon manches vorangegangen ist, was die Grundlage dieser Bildung zu sein scheint, nämlich die Entstehung des Blutes und der das Blut einschließenden Adern, welche eben alle insgesammt ihr Haupt-Büreau am Herzen haben.

Schon im Verlauf des ersten Tages hat sich nämlich am Rande des mittleren Keimblattes ein feines netzartiges Gewebe gebildet, das, wie sich später zeigt, aus hohlen Kanälchen besteht, in welchen sich Blutzellen befinden. Zuerst sind die Blutzellen ungefärbt, aber bald füllen sie sich auch mit gelblich-röthlicher Farbe und bilden die Blutkügelchen, die eigentlich dem Blute die rothe Farbe verleihen. Anfangs sind die Maschen des Gewebes nicht in einem sichtbaren, fortlaufenden Zusammenhang; aber bald bildet sich auch dieser aus, und es treten die Blutkanäle, die Adern, schon deutlicher hervor.

Dies Alles ist bereits am ersten Tage geschehen, noch bevor sich eine sichtbare Spur zur Bildung des Herzens gezeigt hat.

Aber in demselben mittleren Keimblatt, in welchem sich das Blut und dessen Kanäle, die Adern, gebildet, entsteht nun am zweiten Tage an der bezeichneten Stelle zuerst ein hohler Schlauch. Dieser Schlauch theilt sich an seinen beiden Enden in zwei Kanäle, die bereits mit vorgebildeten Kanälen in Verbindung treten; und indem die schon fertigen Blutkügelchen von der einen Seite in den Schlauch eintreten, ist der Schlauch das Herz geworden, und unser Hühnchen ist nun glücklich am heutigen Tage ein Wesen von Kopf und Herz zugleich geworden. —

XVI. Das lebendige Drei-Blatt.

Wir haben die zwei ersten Tage aus dem Dasein eines Hühnchens mit einiger Weitläufigkeit begleitet; aber wir können heilig versichern, daß wir dabei die Dinge gar nicht wenig über's Knie gebrochen und, im Grunde genommen, nicht den hundertsten Theil von all' den Merkwürdigkeiten berührt haben, die sich in diesen zwei Tagen ereignen.

Ein Hühnchen ist zwar, selbst wenn es fertig ist, nur ein Hühnchen, und bei mäßigem Appetit verzehrt man es, zumal wenn es gut gebraten ist, in einer Viertelstunde und wischt sich den Mund darauf und thut, als ob gar nichts vorgefallen wäre. Wer aber in einem Hühnchen ein Geschöpf sieht, das lebt und zum Leben nicht minder berechtigt ist als wir, und wer darin mehr erkennt als ein Ding, unseren Appetit zu stillen, und in der Entwickelung eines Hühnerlebens die Entwickelung des Lebens selber kennen lernen will, der wird uns verstehen, wenn wir sagen, daß ein ganzes studienreiches Menschenleben nicht ausreicht, um die vollständige Geschichte dieser zwei Tage in allen Einzelnheiten zu erforschen und darzustellen.

Im Grunde genommen wissen wir uns noch etwas zu Gute darauf, so schnell mit den ersten zwei Tagen dieses kleinen Hühner-Daseins fertig geworden zu sein; aber trotzdem müssen wir uns mit den folgenden Tagen seines Verweilens im Eier-Häuschen kürzer, viel kürzer

fassen und aus ihnen nur das Merkwürdigste hervorheben.

Bevor wir indessen diese täglichen Bülletins über das Befinden und Gedeihen unseres Thierchens eröffnen, müssen wir hier einen Ueberblick versuchen über die sonderbare Art, wie solch ein Ding sich entwickelt, und durch eine allgemeine Betrachtung das darlegen, was die Forschung in neuerer Zeit Lichtvolles über diese räthselhafte Thatsache aufgefunden.

Aus drei übereinander liegenden Häutchen, die alle zusammen anfangs nur als ein kleines Fleckchen auf dem Dotter erscheinen, bildet sich ein ganzes vollständiges Geschöpf. Das Fleckchen ist zuerst nur ein unbedeutender Theil des Dotters, aber gerade die Häute oder Blättchen, welche den Flecken bilden, verstehen es, sich zur Hauptsache und den ganzen Dotter sammt dem Eiweiß zum Nebending, zur Speise für die Häute zu machen. Der Keimfleck frißt buchstäblich das ganze Ei auf und wächst und dehnt und faltet und gestaltet sich dafür so lange, bis er ein Hühnchen ist.

Es fragt sich nun freilich: was giebt diesen Häuten, diesen drei Blättchen, aus denen der Keimfleck besteht, die wunderbare Kraft, also zu thun?

Diese Frage ist vorläufig noch unbeantwortet. Die Wissenschaft auf dem jetzigen Standpunkte gesteht ein, daß sie nicht weiß, wie und wodurch diesen Blättern die unbekannte Kraft zukommt. Man weiß es nicht einmal, ob dies eine neue Kraft ist, die man Lebenskraft nennt, und welche von den physikalischen und chemischen Kräften,

die wir theilweise kennen, verschieden ist, oder ob diese sogenannte Lebenskraft nur ein Zusammenwirken bereits bekannter sammt einigen unbekannten Kräften ist. Bis zu dieser Frage reicht die Naturwissenschaft noch nicht heran und wird voraussichtlich noch lange Zeit nicht mit Sicherheit dieses größte Räthsel lösen können. Dafür aber beschäftigt sie sich ernstlich mit der Erforschung der Vorstufen zu dieser Frage, und eine solche Vorstufe ist die gründliche Untersuchung, welche Rolle jedes der drei Blättchen in unserem Keimfleck spielt.

Hierüber haben die Untersuchungen Remak's Licht verbreitet und die Thatsache sicher gestellt, daß jedem der drei Blätter eine besondere Rolle zukommt.

Das oberste Blatt nennt Remak das „Hornblatt". Dieses Blatt bildet schon anfangs einen der edelsten Theile des menschlichen Körpers, das Rückenmarkrohr, und später wird es auch thätig sein bei der Bildung des Auges, des Ohrs, des Geruchs- und Geschmackswerkzeuges; aber im Allgemeinen sind alle Gebilde der Außenseite des Körpers, die Oberhaut, die Haare, Nägel und Federn nur Umgestaltungen, welche das oberste Keimblatt erfährt. Das oberste Keimblatt ist gewissermaßen das Einwickelungsblatt des Geschöpfes. Als solches ist es freilich nur die Grenze zwischen dem Geschöpf und der Welt außer demselben; aber gerade an dieser Grenze, wie z. B. an unserer ganzen Haut, sind die Gefühlsnerven verbreitet, welche dem lebenden Geschöpf Kunde von der Außenwelt geben. Insofern kann man von dem obersten Blatt der Keimscheibe sagen, es

sei dazu bestimmt, das künftige lebende Geschöpf von der Außenwelt abzugrenzen und ihm durch die Sinneswerkzeuge, die es bilden hilft, die Eindrücke der Außenwelt zu vermitteln.

Das mittlere Keimblatt sahen wir schon bei der Bildung des Blutes und des Herzens thätig. Aus diesem Blatte aber entwickeln sich auch die Nerven, welche sowohl die willkürlichen wie die unwillkürlichen Bewegungen des Körpers vermitteln. Man kann daher das mittlere Keimblatt das „Bewegungs-Blatt" nennen, im Allgemeinen nennt man es das Blutblatt, weil die Bildung des Blutes und des Herzens die erste bedeutendste That dieses Blattes ist.

Das unterste Blatt endlich nennt Remak das „Drüsen-Blatt", und weist nach, daß aus ihm sich vornehmlich die inneren Theile des Körpers bilden, deren Gefüge drüsenartig ist, wie z. B. die Leber, die Nieren. Im Ganzen liegt es in der Natur dieses Blattes, alle Organe des Körpers zu bilden, welche zur Aufnahme und Verdauung der Speisen dienen, so daß man dieses Blatt das Nahrungsblatt nennen kann. —

So ist denn ein lebendes Geschöpf, das fühlt, sieht, hört, schmeckt und riecht, ein lebendes Geschöpf, dessen Herz schlägt, und dessen Glieder sich bewegen, ein lebendes Geschöpf, das Speise in sich aufnimmt, sich ernährt und Unbrauchbares wieder entfernt — eigentlich ein lebendig gewordenes Drei-Blatt, das im Ei gewachsen und ausgebildet worden ist. —

Solch ein Drei-Blatt ist ein Hühnchen — und auch der Mensch ist leiblich nichts anderes, denn seine Entwickelungsgeschichte ist der des Hühnchens in den ersten Tagen zum Verwechseln gleich.

XVII. Wie viel das Hühnchen am dritten Tage zu thun hat.

Das Hühnchen schmeichelt sich jetzt zwar erst seit zwei Tagen seines Daseins; aber schon mit dem dritten bekommt es die Courage, sich in einem ganz bedeutenden Punkt selbstständig zu machen.

Bisher war es nicht viel mehr als ein Höcker oder Auswuchs auf dem Dotter; jetzt fängt es an, sich von demselben ernstlich abzuschnüren, und betrachtet den Dotter als einen bloßen großen Futtersack, den ihm das gute Schicksal an den offenen Leib geheftet hat.

Das Hühnchen fängt an sich zu fühlen, denn es lebt jetzt wirklich schon. Der Schlauch, den wir als Herz erkannt haben, zieht sich von Zeit zu Zeit zusammen und nimmt von der einen Seite aus den Kanälen, den Adern, das Blut in sich auf und treibt es von der andern Seite wieder hinaus. Bedenkt man, daß man dieses Schlagen des Herzens im aufgebrochenen Ei bemerkt, so läßt es sich denken, daß dies im geschlossenen, sich weiter entwickelnden Ei eben so vor sich geht.

Bisher hat das Hühnchen den Mund nicht aufgethan, denn es hatte keinen. Jetzt am dritten Tage öffnet es ihn auch nicht; aber es zeigt sich doch schon Anstalt, daß es einen Mund bekommen soll, wenn auch in höchst unerwarteter Weise. Es erweist sich nämlich in der Kopf-Höhlung, daß sich eine Art Narbe bildet, und zwar von innen nach außen. An dieser Stelle wird die Kopfwand immer dünner und dünner, bis sie endlich aufreißt, und so eine Oeffnung entsteht, aus der sich ein Mund bildet.

Das Charakteristische des dritten Tages aber besteht darin, daß die Keimhaut an beiden Seiten des Hühnchens sich spaltet. Die unteren Theile derselben werden nun zwei Platten, die immer mehr und mehr zu dem offenen Bauche heranwachsen, um diesen zu verschließen, während die oberen Theile der gespaltenen Keimhaut sich wie ein Mantel um das ganze Geschöpf legen und es in eine Art Haut einhüllen, in welcher es noch lange Zeit liegen wird, bis es dieselbe zerreißt, um aus dem Ei-Gefängniß zu treten. —

Da es uns Menschen im Mutterleibe nicht besser geht und auch wir solch einen Hautmantel um uns haben, in welchem sich das sogenannte Fruchtwasser befindet, innerhalb desselben wir schwimmen, so wird man sich leicht über das Schicksal des Hühnchens, das in seinem Gefängniß noch in einer besonderen Haut eingefaltet liegt, zu trösten wissen.

Sicherlich haben schon viele unserer Leser gehört, daß es Kinder giebt, die in eine Haut gehüllt zur Welt

gekommen sind, und da man diese Haut sogar eine „Glückshaut" nennt, so hat man vielleicht gar Ursache, das Hühnchen glücklich zu preisen, daß es in derselben eingefaltet liegt.

Wie wir bereits gesagt haben, fängt mit dem dritten Tage das eigentliche Schließen der Bauch- und Brusthöhle an; nur bleibt selbst in den späteren Tagen noch ein beträchtliches Loch offen, welches die Nabelöffnung ist. Das Hühnchen fängt an, nur noch durch diese Oeffnung und durch einen Schlauch, der daraus hervorgeht, mit dem Dotter zu verkehren, und nimmt auf diesem Wege seine Speise in höchst bequemer Weise zu sich, da es nicht zu beißen, zu schlucken und zu verdauen braucht, um die Speise in den Darm zu bringen, woselbst sie vorbereitet wird zur Blutflüssigkeit, sondern seine Nahrung schon vollkommen zubereitet aus dem Dotter zieht und diese als Blut zum Herzen sendet, das sich langsam auf das Pulsschlagen einübt.

Man glaube aber nicht, daß das Hühnchen, dem so zu sagen die gebratenen Tauben in den offenen Leib hineinfliegen, sich auf die faule Bank legt; es hat vielmehr viel, sehr viel zu thun und vollbringt auch sein Tagewerk ganz vortrefflich.

Vor Allem bilden sich in ihm die Blutgefäße aus. Desgleichen entsteht durch eigenthümliche Faltungen der Länge nach im ganzen inneren Raum des Thierchens die künftige Darmhöhle. Das Herz hat noch viel zu thun, sich zu senken, zu legen und zu schieben, so daß es von Stunde zu Stunde in anderer Lage erscheint,

um endlich seiner späteren Stellung entsprechender zu werden. An einer Hauptader des Herzens erscheinen auch an diesem Tage zwei dünne Läppchen, in welchen sich feine Verästelungen zeigen. Diese Läppchen sind die künftige Leber und die feinen Aeste in derselben sind ein eigenthümliches Ader-System, das später im Leben die Galle fabrizirt, und dessen Erkranken die bekannte Gelbsucht zu Wege bringt. —

In der Brusthöhle bilden sich auch in der Mitte des dritten Tages kleine Anschwellungen aus, an welchen man feine Höckerchen bemerkt. Es ist dies die erste Anlage der Lungen, die auch schon die Anfänge der Luftröhre erkennen lassen. Ferner erhebt sich am hintern Ende des Darmkanals ein Bläschen, das bald zum Harnsack wird, der noch eine sehr wichtige Rolle in der Geschichte des Ei-Bewohners spielen wird.

Zu diesen Veränderungen und Bildungen im Innern unseres Geschöpfes kommen noch die äußerlich kenntlichen, die darin bestehen, daß sich der Kopf, bis zum dritten Tage wie aus vier Blasen bestehend, jetzt mehr und mehr abflacht und als ein einziger Kopf erscheint, daß sich die Nerven für Auge, Ohr und Nase weiter entwickeln, und daß endlich an den Bauchplatten kleine Leistchen sich erheben, die sich später zu Füßen und Flügeln ausbilden werden. —

So bekommt denn das Geschöpf von Kopf und Herz auch schon Hand und Fuß.

XVIII. Drei neue Lebenstage.

Was mit unserem Geschöpfe am dritten Tage vorgeht, ist nur eine Vorbereitung für den vierten und fünften Tag, weshalb wir denn diesen Zeitraum zugleich vorführen wollen.

Vor Allem jedoch haben wir ein Kunststück eigener Art zu erzählen, was das Hühnchen bereits am dritten Tage gelernt hat.

Ohne Zweifel hat wohl jeder unserer Leser schon von Kindesbewegungen im Mutterleibe gehört; und es ist auch wirklich so, daß die Geschöpfchen in ihren Isolir- und Zellen-Gefängnissen doch Lust zur Regung und Bewegung haben. Ein Unwohlsein der Mutter, der Genuß einer Speise, die dem Kinde nicht bekommt, veranlaßt dieses, das schwerlich weiß, wie ihm geschieht, mit Händen und Füßen dagegen zu protestiren, und es erfolgen heftige Kindesbewegungen, die oft schmerzhafter Natur sind.

Es giebt aber auch Bewegungen dieser armen Gefangenen, die nicht willkürlich und nicht von zufälligen Ursachen herrühren, sondern die für die Entwickelung der werdenden Wesen nothwendig sind. Es sind dies Wendungen oder Drehungen des ganzen Körpers, durch welche Zwecke eigner Art erreicht werden. Eine solche Drehung geht im Hühnchen schon am dritten Tage vor sich und hat zur Folge, daß das wichtigste Organ des Leibes, das Herz, die richtige Form erhält und auch an den richtigen Fleck zu sitzen kommt.

Es ist nämlich eine Eigenthümlichkeit der Schöpferkraft lebendiger Wesen, daß sie ihr Werk nach den Gesetzen eines gewissen Gleichgewichts anordnet. Alle Leibestheile, die wir zweifach haben, wie Hände, Füße, Augen, Ohren, Lungen, Brüste u. s. w., sind zu beiden Seiten des Leibes gleichmäßig gestellt; alle Leibestheile, von denen uns die Natur nur mit einem Exemplar beschenkt hat, bringt sie in der Mitte des Körpers an, wie Nase, Mund, Kinn, Nacken, Rückenwirbel u. s. w.

Da wir aber nur Ein Herz haben, und dies eine Herz uns oft schon genug zu schaffen macht, so sollte es eigentlich in der Mittellinie des Körpers seinen Sitz einnehmen; und wirklich ist dies auch in der Entstehung der Fall und würde wahrscheinlich auch so bleiben, wenn nicht das neubeherzte Geschöpf durch Drehung und Wendung des ganzen Körpers die Lage des Herzens ändern und die erste Veranlassung zur veränderten Gestalt und Beschaffenheit des Herzens geben würde.

Eine solche Wendung macht nun auch das Hühnchen am dritten Tage, an dem Tage, wo es eigentlich anfängt selbstständig zu werden, und das Ei, das früher die Hauptsache war, zu einem Werkzeug des Geschöpfes herabsinkt. Es ist also die Wendung oder Drehung die erste That des selbstständig gewordenen Wesens, und in Folge dieser ersten That wird es ein Wesen, das das Herz auf den rechten Fleck bekommt. Das Hühnchen dreht sich nämlich mit der Kopfseite so nach rechts hin, daß das Herz, welches unten in der Mittellinie liegt, nach links geschoben und dabei zugleich seine

Schlauchform geändert, und zur weiteren Ausbildung in birnförmiger Gestalt vorbereitet wird.

Mit dem vierten und fünften Tage treten nun weitere Entwickelungen des ganzen Lebens ein, deren Betrachtung eine genaue Kenntniß aller einzelnen Theile derselben voraussetzt. Aeußerlich wahrnehmbar sind besonders folgende Veränderungen und Entwickelungen.

Von der Brust, dem untern Theil des Schwanzes und den beiden Seiten des Bauches her wachsen die Häute immer mehr zusammen und verengen den Eingang zur Bauchhöhle immer mehr, das heißt, es geht die oft erwähnte Abschnürung des Geschöpfes immer weiter vor sich. Zugleich wächst auch die Umhüllung desselben ihren Gang fort, so daß es am Ende des fünften Tages ganz in einer neuen Haut eingebettet liegt.

Es verlängern sich nun auch die Wirbel nach unten hin, so daß die Wirbelsäule weiter ausgebildet wird. Ferner wächst der nach unten sich krümmende Hals derart, daß der Kopf immer tiefer nach unten taucht, und da auch die Schwanzseite sich abwärts dehnt, so ist die Lage des Thierchens so, daß seine äußersten Enden sich fast unter dem Leibe berühren. Von den Sinneswerkzeugen bildet sich das Auge am weitesten aus, und die Füße und Flügel durchlaufen eine Reihe von Veränderungen, daß man von ihnen sagen kann, sie sehen alle Tage anders aus.

Am dritten Tage waren sie nur als feine Leistchen auf den Bauchplatten sichtbar; am vierten Tage ragen sie wie Blättchen hervor, und am fünften Tage haben

sich die Blättchen zu vier meißelartigen Ansätzen umgewandelt und sehen wie Stumpfe abgehackter Glieder aus.

Am Schluß dieses fünften Tages hat sich aber auch zugleich der Harnsack, welcher außerhalb des Körpers des Hühnchens liegt, ausgebildet, und zugleich ist die Umhüllung des Hühnchens so vollendet, daß es jetzt durch dieselbe vom übrigen Ei getrennt ist und seine besondere Behausung einnimmt, zum Zeichen, daß es jetzt nur noch durch den Nabel in Verbindung mit dem Dotter steht, durch welchen es seine Speise als selbstständiges Wesen bezieht.

Es hat auch das ganze Ei hiernach eine wesentliche Veränderung erlitten. Das Eiweiß hat sich vermindert und ist fester, der Dotter dagegen größer und sein Inhalt flüssiger geworden. Es ist offenbar, daß im Dotter etwas Aehnliches vorgeht, wie in unserem Magen und Darm, woselbst die Speise, die wir in den Mund stecken, vorbereitet wird, ernährendes Blut zu werden. Da das Hühnchen weder seinen Mund, der sich erst bildet, noch seinen Magen, noch seinen Darm hierzu gebraucht, so übernimmt der Dotter, der später ganz aufgegessen werden soll, dieses durchaus nicht kleine Geschäft, sich selber zu einer das Hühnchen ernährenden Speise zu verarbeiten.

XIX. Wie das Hühnchen anfängt, Tauschgeschäfte zu machen.

Bis zum sechsten Tage beschäftigt sich unser Hühnchen nur mit innern Angelegenheiten. Das Ei ist seine Welt, und die ganze große weite Welt da draußen kümmert unser Geschöpf nicht weiter. Mit dem sechsten Tage aber fängt es an, sich auch um das Ausland zu kümmern und eröffnet ein Tauschgeschäft mit der Welt, das nicht mehr aufhört, als bis das letzte Stündlein geschlagen hat, und der letzte Athemzug des Hühnchens verhaucht ist.

Und bei diesem merkwürdigen Tauschgeschäft, das im Ei von innen nach der Welt draußen hin vorgeht, dient eben der mehrfach erwähnte Harnsack als äußerst geschickter Kommissionär, der sich zur Vergrößerung seines Geschäfts ganz außerordentlich auszubreiten versteht.

Da hiermit eine ganz neue Lebensepoche des Hühnchens beginnt, so müssen wir die Sache ein wenig umfassender betrachten. Die ersten zwei Tage hat, wie wir wissen, das Hühnchen ein herzloses Dasein geführt. Ein Blutumlauf fand in dieser Zeit eben noch nicht statt. Dieser ernährende Lebenssaft hatte mindestens in den ersten zwei Tagen noch keine bestimmten Wege und Bahnen, und die Gestaltung und Entwickelung des Hühnchens scheint nur erhalten worden zu sein durch die Dotterspeise allein, die durch den Kanal, der in die Mitte des Dotters hinführt, ihm zugekommen ist.

Erst mit dem dritten Tage trat sowohl das bewegte Blut wie das Blut aufnehmende und weitertreibende Herz auf. Aber dieses Blut, das jetzt zum Herzen hin und vom Herzen aus weiter strömt, hat, wie das auch fernerhin der Fall ist, einen Kreislauf durch den Körper des Hühnchens und einen Theil des auf dem Dotter verbreiteten mittleren Keimblattes, der der Dotterhof genannt wird. — Der Kreislauf des Blutes also war vom dritten bis zum sechsten Tage auf einen Theil der Keimhaut und den Körper des Hühnchens beschränkt und scheint mehr die Bildung neuen Blutes als die Verbesserung des verbrauchten Blutes bezweckt zu haben.

So hat denn das Hühnchen bis zum sechsten Tage zwei sehr wesentlich verschiedene Epochen seines Daseins erlebt. Die erste, wo es noch gar keinen Blut-Kreislauf gab, und die zweite, wo das Blut durch das Hühnchen und einen Theil der Keimscheibe, den Dotterhof, zirkulirte.

Mit dem sechsten Tage bildet sich ein neues Organ aus, das dem Kreislauf des Blutes eine ganz andere Richtung giebt, in Folge welcher auch der Kreislauf durch den Dotterhof nach und nach abstirbt. Und dieses Organ ist der Harnsack.

Wir haben es bereits erwähnt, daß dieser Sack eine Blase ist, welche vom Hintertheil des Hühnchens sich abhebt. Anfangs ist diese Blase sehr klein und bescheiden, kaum wie ein Nadelknopf groß. Mit dem

dritten Tage fängt sie an zu wachsen und kann deutlicher in Augenschein genommen werden.

Da inzwischen sich auch der Bauch des Thierchens geschlossen hat, und nur am Nabel ein Loch bleibt, durch welches das Rohr zum Dotterkanal geht, um dort neue Speise aufzunehmen, so ist auch hier die Stelle, wo der Harnsack an einem sich ausbildenden feinen Rohr hängt und so an der Nabelöffnung sich ein zwiefacher Ausgang befindet.

Der Harnsack wächst nun ungemein stark, und in seiner Haut zeigen sich feinere und stärkere Blutadern, in denen das Blut vom Körper aus hinströmt. Hier werden nun die Aederchen immer feiner, so daß sie ein außerordentlich zartes Netz bilden, das man Harngefäße oder Kapillargefäße nennt. Das Blut geht also durch diese feinen Kanälchen in die Haut des Harnsacks und kehrt sodann durch ein anderes Gezweige von Blutadern, die sich gleichfalls in der Haut des Harnsacks befinden, wieder zurück zum Nabel und in den Körper des Hühnchens. Es versteht sich von selbst, daß das Blut, das in den Harnsack einströmt, vom Herzen herkommt, und das rückströmende Blut zum Herzen hinströmt, und daß die ganze Maschinerie eigentlich vom Zusammenziehen und Ausdehnen des Herzens oder von dem sogenannten Pulsschlag des Herzens herrührt.

Zu welchem Zweck aber macht das Blut solchen Spazierlauf?

Der Zweck ist einzig und allein derselbe, den wir beim Athmen haben, und das ist der, daß wir dem

Blute unseres Leibes den Sauerstoff der Luft zuführen und die Kohlensäure des verbrauchten Blutes aus dem Körper hinauswerfen.

So sonderbar es auch dem Uneingeweihten klingen mag, so wahr und unumstößlich ist es dennoch, daß jedes Tröpfchen Blut, das aus unserm Körper in das Herz zurückströmt, mit Kohlensäure geschwängert ist. Das aus dem Körper zum Herzen strömende Blut ist kohlensäurehaltig und ist so sehr schädlich für unser Leben, daß wir eines schnellen Todes sterben, wenn wir es nicht verändern. Zu diesem Zweck sendet das Herz das kohlensäurehaltige, geschwärzte Blnt durch eigene Adern in die Lungen. Hier athmen wir frische Luft ein, die Sauerstoff enthält, und athmen Lnft aus, wodurch eben die Kohlensäure aus dem Körper hinausgeworfen wird, und die Folge davon ist eine fortwährende Reinigung des Blutes, die unumgänglich zum Leben nöthig ist.

Ganz dasselbe geht im Ei in der Haut des Harnsacks vor sich, wie wir dies im nächsten Abschnitt sogleich sehen werden.

XX. Das Kommissionsgeschäft für ungeborne Wesen.

Der Harnsack des Hühnchens wächst nun vom sechsten Brüttage an immer bedeutender und dehnt sich, so weit nur ein Plätzchen da ist, bis an die Eischale

aus. Da um diese Zeit das Eiweiß schon fast verschwunden und nur noch am spitzen Ende des Eies vorhanden ist, so legt sich die Haut des Harnsacks fast vollständig an die innere Kalkwand des Eies an, und indem durch die Adern dieser Haut das Blut des Hühnchens hindurchströmt, tritt es der Luft draußen ziemlich nahe und ist von derselben nur durch die feine Haut der Adern, die Häute der Eischale und die Schale selbst getrennt.

Man sollte nun freilich glauben, daß es unmöglich sei, durch solche Hindernisse, wie eine Kalkschale und drei Häute sind, Luft schöpfen und ausathmen zu können; denn wenn auch die Eischale selbst voll kleiner feiner Löcherchen ist, so sind doch die Häute, welche die Luft vom Blut absperren, keineswegs durchlöchert und bilden einen Verschluß, durch welchen man einen solchen Austausch von Stoffen nicht gut für möglich halten sollte.

Und doch ist dies der Fall. Das Ei athmet durch den Harnsack Kohlensäure aus und athmet Sauerstoff ein, so gut wie wir es mit den Lungen thun.

Es geschieht dies in einer Weise, in welcher durch alle Hautarten hindurch ein Austausch sowohl von Flüssigkeiten, wie von Luftarten stattfinden kann. Macht man mitten in einem Glas eine aufrechtstehende Wand aus Schweineblase und füllt die eine Hälfte des Glases mit Wasser, die andere mit Weingeist, so lehrt der Versuch, daß in kurzer Zeit in der Seite, wo Weingeist ist, Wasser sich befindet, ja es dringt durch die Schweinsblase so viel Wasser hindurch, daß die Flüssigkeit auf

der andern Seite steigt, während das Wasser abnimmt, selbst wenn beim Beginn des Versuches die Flüssigkeiten in beiden Seiten gleich hoch gestanden haben. — Ein ganz ähnliches Verhalten stellt sich bei einer Scheidewand aus Thierhaut heraus, die zwei verschiedene Luftarten von einander trennt, es zeigt sich, daß die Luftarten durch die Scheidewand von der einen zur anderen Seite hindurchgehen können.

Auch wir Menschen verrichten mit jedem Athemzug dasselbe Kunststück, denn wenn es auch ganz richtig ist, daß das Herz Blut nach der Lunge strömen läßt, und wir durch das Aufathmen dem Blute Luft zuführen, so darf man sich doch nicht vorstellen, als ob wirklich in der Lunge Blut und Luft sich berühren, vielmehr sind beide durch zwei feine Häutchen getrennt, da die ganze Lunge nichts weiter ist, als außerordentlich feine Aestchen von Blutadern, die nirgends eine Oeffnung haben; um diese Aestchen eben winden sich eine ganze Masse feiner Luft-Kanälchen, und obwohl das Blut in solcher Weise durch die Wände der Adern und ebenso die Luft durch die Wände der Kanälchen abgeschlossen ist, genügt doch die innige Berührung dieser Scheidewände vollkommen, um aus dem Blut Kohlensäure austreten und Sauerstoff eintreten zu lassen.

Wir können daher im vollen Sinne des Wortes sagen, daß unser Hühnchen von dem sechsten Tage an eine ganz wunderliche Lunge bekommt, und diese Lunge ist eben der Harnsack, dessen Wand sich mit seinen feinen Blutadern an die Schale des Eies anlegt und hier durch

diesen Kommissionär ein Tauschgeschäft vollzieht, wobei der Sauerstoff der Luft von draußen ins Bereich des Eies gebracht und von drinnen Kohlensäure nach außen abgeschieden wird.

Wenn bisher unser Hühnchen noch nicht den Namen eines Weltbürgers verdient, weil es im Ei eingeschlossen lag, weil es weder der Welt etwas abgab, noch von dieser etwas verlangte, als höchstens eine Portion Wärme, so kann man jetzt nach dem sechsten Tage sagen, daß unser armes Wesen von seinem Gefängniß aus mit der großen Welt in wechselseitigen Verkehr tritt: es athmet, es lebt, es ist ein Bürger dieser Welt, und obwohl es noch ganz gut verpackt liegt und noch viel zu thun hat, um das Licht des Tages zu erblicken, müssen wir doch gestehen, daß ihm schon jetzt unsere Gratulation zu einem neuen Dasein gebührt.

Wie aber, fragt freilich ein wißbegieriger Leser, mag es wohl uns weisen Menschen im Mutterleibe ergehen? Athmen wir dort auch und schafft uns die Natur eine ähnliche künstliche Lunge, die das Tauschgeschäft mit der Außenwelt vermittelt?

Wohl athmen wir im Mutterleibe; nicht mit dem Munde, sondern auch durch den Nabel, wie das Hühnchen; aber wir haben einen bessern Kommissionär, oder richtiger, eine liebe Kommissionärin für dieses Tauschgeschäft, denn die Mutter athmet für uns mit.

Von ihrem Herzblut pulst ein Strom reinen Blutes nach dem sogenannten Mutterkuchen, nach der Nachgeburt; hier findet es einen Strom verbrauchten Blutes

vor, der vom Kinde gleichfalls durch die Nabelschnur dahin pulst, und obwohl auch hier zwei feine Häutchen das Blut der Mutter von dem des Kindes trennen, findet doch ein Austausch statt. Das Blut der Mutter giebt dem des Kindes den Sauerstoff und nimmt dem des Kindes die Kohlensäure, und da athmen eben nichts ist als ein Tauschgeschäft von Kohlensäure gegen Sauerstoff, so kann man im vollen Sinne des Wortes sagen, daß wir auch im Mutterleibe athmen.

Es kommt oft vor, daß Kinder zur Welt kommen, ohne daß sie mit dem Munde athmen: so lange nur die Nabelschnur pulst, schadet es nichts; denn die Mutter athmet noch immer für dasselbe. In dem Augenblick aber, wo man das Kind zum Schreien bringt, es also selbst athmet, in demselben Augenblick hört die Nabelschnur auf zu pulsiren, und die liebe Kommissionärin hört auf, das Tauschgeschäft für ihr Kind zu besorgen.

Ein Ei und eine Mutter betreiben also so zu sagen ein Kommissionsgeschäft für ungeborne Wesen!

XXI. Wie gescheidt das Hühnchen ist.

Von der Zeit ab, wo das Hühnchen durch das Athmen mit der Außenwelt in Verbindung tritt, ist die Geschichte seiner Entwickelung nur eine Geschichte der Ausbildung seiner fast vollständig vorhandenen einzelnen Glieder und Körpertheile, und wir können, da wir nicht

auf Einzelnheiten eingehen mögen, die ganze Reihe von Tagen bis zu seinem Auskriechen nunmehr zusammenfassen.

Zwar darf man sich nicht vorstellen, daß das Hühnchen am sechsten Tage auch dem Auge des Unkundigen als ein Geschöpf von unzweifelhaftem Charakter erscheint. Wenn man das Ding, wie es ist, abgelöst vom Dotter, vom Harnsack und von dem Hautmantel, in dem es gelegen, einem Unkundigen vorsetzt, so wird er es zwar als ein im Werden begriffenes lebendes Wesen anerkennen; aber es soll ihm schwer werden zu sagen, ob dies eine jugendliche Maus oder ein Fisch oder ein Vogel ist. Ja, selbst dem Kundigen, der leicht entdecken wird, daß dies ein Vogel sein muß, wird es schwer, zu bestimmen, ob er ein Hühnchen oder eine Taube oder einen Geier vor sich hat. — Gleichwohl ist von den Gliedern schon alles in der Anlage da, und unser Geschöpf bedarf jetzt nur der weiteren Ausbildung derselben.

Das Mutterhuhn, wenn es das Brütgeschäft selbst besorgt, weiß dies auch, und selbst der Hahn, der Herr Papa, muß hiervon eine Ahnung haben.

Bis zum sechsten Tage nämlich verläßt das Mutterhuhn die Eier nur im äußersten Nothfall auf wenige Augenblicke, und wenn der Herr Papa bei der Hand ist, setzt er sich wohl unterdessen, wenn auch nicht so manierlich, wie die getreue Gattin, über die Eier, um sie nicht kalt werden zu lassen. Vom sechsten Tage ab erlaubt sich das Huhn schon etwas mehr Freiheit, und

der geliebte Gatte bequemt sich schon seltener dazu, Wartefrau zu spielen.

Als Grund dieser Thatsache nahm man sonst an, daß von dieser Zeit ab die Hühnchen schon stark genug sein mögen, einen kleinen Schnupfen durch Erkältung zu ertragen; jetzt weiß man es besser. Das Huhn und auch der Hahn sind in ihrer Weise sehr gelehrte Chemiker, obgleich sie es schwerlich ahnen, wie gescheidt sie sind. Die Chemie und zwar die neuesten Forschungen des großen deutschen Chemikers Liebig haben es bewiesen, daß durch die Athmung von Sauerstoff die Körperwärme erzeugt wird. Wenn wir daher nur gut athmen können, können wir schon eine Portion Kälte vertragen, wohingegen Schwindsüchtige, die wenig Lunge haben, fortwährend, selbst im heißen Sommer, frösteln. Da nun von der Zeit ab, wo der Harnsack im Ei das Geschäft des Athmens übernimmt, eine Portion Wärme im Ei selbst erzeugt wird, ist eine kleine Pause der Brütung nicht von wesentlichem Nachtheil und hat wahrscheinlich nur zur Folge, daß die Athmung etwas schneller vor sich geht.

Man sieht, nicht nur die weisen Naturforscher unserer Zeit, sondern auch Hahn, Henne und Hühnchen sind von uralten Zeiten her ganz und gar Liebig's Ansicht!

Was nun eben das Hühnchen selbst betrifft, so beeilt es sich vom sechsten bis zum zehnten Tage, in allen seinen Theilen dereinst ein würdiges Mitglied der Vogel-Gesellschaft zu werden.

Zu diesem Zwecke reckt und dehnt sich sein Hals ganz besonders stark. Bisher war eigentlich ein Hals gar nicht vorhanden, denn der Kopf und der Rumpf waren, wie man zu sagen pflegt, wie aus Einem Guß; nunmehr erst wächst der Hals und zwar von der Rückseite aus am kräftigsten, so daß der Kopf sich noch weiter nach unten neigt. Indem aber der Körper des Hühnchens selbst wächst, kommt die Zeit schnell heran, wo es nicht mehr in seiner Querlage Platz hat, und es dreht deshalb die Brust nach dem breiten Ende des Eies, so daß es jetzt schon eher wie ein ordentliches Wesen der Länge nach in seinem Bette liegen will.

Allein an dem breiten Ende ist, wie wir wissen, der Luftraum und da der Kopf des Hühnchens Ursache hat, sich von hier nicht zu weit zu entfernen, ist es genöthigt, sowohl durch den wachsenden Hals, der den Kopf nach unten schiebt, wie durch die Drehung des ganzen Körpers ein eigenes Manöver zu machen oder mit sich machen zu lassen.

Dies besteht nun in seiner Vollendung darin, daß der Kopf sich unter den Flügel legt und nicht etwa mit dem Schnabel nach hinten, wie man sich's denken sollte, sondern umgekehrt, mit dem Schnabel nach vorn, wodurch derselbe, wenn es so weit ist, an den Rand des Luftraumes zu liegen kommt. Der Hals biegt sich hierbei wie ein lateinisches S erst nach der einen Seite rückwärts und dann am Kopf zurück und vorwärts: eine Lage, die den jungen Hühnern, selbst wenn sie zur Welt gekomm en sind, ganz wohl zu thun scheint, wenigstens

findet man, daß sie dieselbe zuweilen freiwillig annehmen, selbst wenn sie nichts in der Welt hindert, den Kopf stramm zu halten.

Wir sprechen hier freilich schon vom Flügel und Schnabel, obwohl es in dem Flügel noch nicht weit vorgeschritten ist und sich des Schnabels noch gar nicht rühmen kann; allein da es bisher so gescheidt war, zu seinen Gliedern zu kommen, dürfen wir sicher sein, daß es sich mit Flügel und Schnabel auch ganz gescheidt machen wird; denn Flügel und Schnabel sind eben die Erkennungszeichen des Vogels. — Daß dem so ist, wollen wir sofort sehen.

XXII. Bis zum Auskriechen.

Von den vielen Wundern der Entwickelung einzelner Glieder und Körpertheile am Hühnchen heben wir die Bildung des Mundes und des Schnabels, sowie die der Flügel besonders hervor, weil diese Theile in ihrer Form bekannt genug als die Kennzeichen des Vogelgeschlechts sind, und deshalb die Beschreibung ihrer Entwickelung verständlicher wird, als die von vielen anderen.

Was den Mund des Thierchens betrifft, so entsteht er eigentlich recht spät. — Ursprünglich ist, wie wir wissen, Kopf-, Brust- und Bauchhöhle nur ein und dasselbe, und wenn sich diese unten unverschlossene Höhle durch die Abschnürung zu schließen anfängt, scheint weder

ein Platz für einen so langen Hals, noch gar für einen besonderen Mund da zu seiu. Erst später, wo der Hals gewissermaßen wie aus dem Rumpf hervorwächst, sondert sich der Kopf vom Rumpf, und man bekommt einen ungefähren Begriff davon, wo sich hier ein Mund bilden könnte.

Gleichwohl ist die Art und Weise, wie sich der Mund bildet, sehr überraschend.

Es zeigen sich nämlich so sonderbare Spaltungen und Hervorragungen unter der Stirn des Thierchens, daß man darauf schwören möchte, es wolle sich hier ein Fisch bilden, dessen Kiemen man vor sich sähe. Diese Kiemen, die man bereits am sechsten Tage deutlich sieht, geben sich erst am zehnten Tage etwa als das zu erkennen, was sie sein sollen und zwar sind sie die Theile des Ober- und Unterkiefers, die der Mund des Thieres werden.

Erst sehr spät spitzt sich dieser Mund und bekommt seinen hornigen Ueberzug, den Schnabel, und da der Schnabel gerade das Charakteristische des Vogels ist, so kann man erst jetzt das Geschöpf als ein Wesen bezeichnen, das zwar auf der Erde zu leben bestimmt ist, das aber die schöne Gabe besitzt, sich zuweilen schwebend über die Erde zu erheben.

Hierzu bedarf es freilich der Flügel, und an den Flügeln der Federn; die Bildung der Flügel aber ist eben so eigenthümlich, daß der Unkundige bei dem Beginn dieser Bildung kaum die Entwickelung derselben ahnen möchte.

Anfangs lassen sich Flügel und Füße gar nicht unterscheiden. Sie sind vor dem sechsten Tage nur unansehnliche Leistchen, die sich wie ein Meißel ansehen. Ungefähr gleichzeitig mit der Ausbildung des Schnabels, der dem Thierchen den Charakter des Vogels verleiht, bilden sich auch die Flügel anders als die Füße aus. Während die Füße ihre Einbiegung, also das Knie, nach vorn richten, richtet sich die Einbiegung des Flügels, also der Ellenbogen, nach hinten, und die Lage ist etwa am zehnten Tage so, daß Knie und Ellenbogen sich fast berühren. Während sich nun am Fuß die Zehen bilden, entsteht am Vorderarm des Thierchens eine Art verkümmerte Hand, die aber nur zwei Finger hat und zwar sehr lange Finger; denn diese Finger sind eben der Ansatz der Hauptschwungfedern, die dereinst das Geschöpf durch die Luft zu tragen bestimmt sind. So sonderbar dies denen klingen mag, die da meinen, daß nur wir Menschen und höchstens die Affen mit Händen gesegnet sind, so richtig ist es dennoch, wenn die Naturforscher in den Flügeln Arme, Hände und Finger wiederfinden, freilich all dies in einer Weise umgestaltet, wie es zum Nutzen des Geschöpfes und zum Zweck seiner Bestimmung eingerichtet sein muß.

Indem wir nunmehr mit dem nächsten Abschnitt die Bildung des Hühnchens so weit fortführen wollen, daß es zum Auskriechen reif ist, wollen wir nur noch eines wesentlichen Theiles des Körpers erwähnen, der besonders in der letzten Zeit die völlige Ausbildung erhält; es ist dies solch ein Theil, der dem Hühnchen,

während es im Ei wohnt, zu gar nichts nützt, den es aber sofort wird gebrauchen müssen, wenn es nur das Licht dieser Welt erblickt.

Zwar gehört der größte Theil dieser Glieder und Organe zu dieser Gattung. Das Hühnchen braucht im Ei weder Füße noch Flügel, weder Augen noch Ohren, weder Nase noch Zunge. Allein diese Körpertheile sind derart, daß sie während des Lebens in der Welt wenigstens auf kurze Zeit gemißt werden können; ja, während des Schlafes wirklich gemißt werden. Dahingegen giebt es Organe, die im Ei gar nichts zu thun haben; aber sofort nach dem Auszug aus dieser Behausung unausgesetzt durch das ganze Leben hindurch thätig sein müssen, ohne jemals ermüden zu dürfen. Das hauptsächlichste dieser Organe ist die Lunge.

Wie sich die Lunge als Höckerchen zu bilden anfängt, haben wir bereits in den ersten Tagen des Daseins unseres Geschöpfes betrachtet. Die weitere Bildung und die endliche Vollendung geht erst in der letzten Zeit der Brütung vor sich, und in dieser stellt sich die Lunge als ein feinverzweigtes Adersystem dar, um welches und durch welches hindurch sich ein ebenso feinverzweigtes System von Luftwegen schlängelt. Da das Thierchen im Ei nicht mit der Lunge athmet, tritt auch das Blut nicht aus dem Herzen in die Lunge, obwohl der Weg dahin durch eine große Ader führt. Die Lunge ist also im Ei zu nichts zu gebrauchen, außerhalb desselben aber, schon von der ersten Minute ab bis zum Ende des Daseins nicht einen Augenblick zu missen. —

Da aber die Lunge das Blut vom Herzen empfängt und wieder gereinigt zum Herzen zurücksendet, und dieser Lauf des Blutes im Ei-Leben nicht stattfindet, so läßt sich's denken, daß auch im Herzen im Augenblick des Eintritts eines Geschöpfes in die Welt eine wesentliche Veränderung vorgehen muß, und da wir eben dabei sind, unser lange gehegtes Hühnchen in die Welt hinaus zu begleiten, wollen wir zu seinem Abschied von dem Ei-Leben oder seinem Willkommen in dem Erdendasein noch einen Liebesblick auf sein Herz werfen, wie es sich in solchen feierlichen Augenblicken gebührt.

XXIII. Wie das Hühnchen sich reisefertig für das Leben macht.

Der Augenblick, in welchem wir Menschen geboren werden, ist von solcher plötzlichen Umwandlung unseres innersten Wesens begleitet, daß man sich nicht wundern darf, daß wir laut schreiend diese Welt betreten. In dieser Beziehung hat es das Hühnchen schon besser, denn die Umwandlung geschieht nicht so plötzlich und macht auch deshalb nicht einen so kräftigen Eindruck auf den jungen Weltbürger, obgleich sie ihrer Natur nach ganz dieselbe ist.

So lange nämlich die Lungen vor der Geburt unbenutzt daliegen, so lange treibt das Herz kein Blut in dieselben ein. Es führt wohl eine große Ader vom

Herzen zur Lunge und von der Lunge wieder zu einer anderen Abtheilung des Herzens; allein das Blut nimmt vor der Geburt nicht diesen Umweg, um von einem Theil des Herzens zum andern zu gelangen, sondern die Natur hat es ihm durch ein offenes Loch, das von dem einen Theil des Herzens zum andern führt, bequemer gemacht, und es gebraucht diese Bequemlichkeit ganz ungenirt. Mit der Geburt aber, wo es gilt, die Lunge des jungen Weltwesens in Thätigkeit zu setzen und durch dieselbe seinem Blute den Sauerstoff der Luft zuzuführen, da muß auch das Herz eine Umwandlung erfahren, und diese besteht eben darin, daß es nicht mehr das Blut durch jenes Loch von einer Herz-Abtheilung zur anderen treibt, sondern dasselbe zwingt, durch die Adern zur Lunge und von dieser erst wieder zum Herzen zu strömen.

Das Geborenwerden ist daher ein Moment, der wirklich an's Herz geht, und dasselbe insofern auch umwandelt, als jenes Loch von einer Abtheilung des Herzens zur anderen sich zu verschließen anfängt, und zwar durch eine bereits vorräthige Haut-Klappe, die sich vor das Loch legt und später die Verwachsung desselben veranlaßt. In seltenen Fällen kommt es bei Menschen vor, daß diese Verwachsung nicht vollständig ist, und dies bringt es zu wege, daß kohlensäurehaltiges Blut in den Körper tritt und die glücklicherweise seltene „Blausucht" verursacht, gegen die kein Kraut gewachsen ist.

Man wird gestehen, daß diese innere Umwandlung des Menschen bei der Geburt höchst bedeutsam ist, und

daß sein Aufschreien an sich gerechtfertigt, auch wenn es nicht außerordentlich wohlthätig wäre, da durch dasselbe so eigentlich der Athmungsprozeß eingeleitet und das Welt-Leben erst begonnen wird.

Dem Hühnchen indessen ist mehr Zeit gelassen, diese Umwandlung durchzumachen, und die letzten Tage seines Ei-Lebens leiten dieselbe sehr regelmäßig ein.

Wir zweibeinigen Geschöpfe ohne Federn, wie ein griechischer Philosoph uns Menschen nannte, werden sehr gewaltsam und unhöflich aus der Wohnung im Mutterschooße exmittirt; mit den Hühnchen geht es weit glimpflicher zu, denn schon vom achtzehnten Tage an geschehen die Wunder der Vorbereitung für dieses Leben.

Fassen wir die Gesammterscheinungen dieser letzten Tage des Ei-Lebens zusammen, so finden wir, daß Dotter und Eiweiß fast ganz verschwunden sind. Der Dottersack, der am Nabel hängt, hat nur noch wenig Flüssigkeit in sich und schlüpft endlich vor dem Auskriechen aus dem Ei ganz und gar in den Leib des Hühnchens hinein. Hierdurch erst erhält der Leib des Hühnchens die Gestalt, in welcher sein Schwanz aufgerichtet ist. Der Harnsack, der das Athmungsgeschäft versehen hatte, thut dies auch in den letzten Tagen; aber er dorrt dort nach und nach zusammen und klebt dabei an die Eischale an, sobald das Hühnchen anfängt, durch die Lungen zu athmen, was oft schon am zwanzigsten Tage der Fall ist; wobei die Luft im Luftraum den Stoff für die ersten Athemzüge unseres Geschöpfes dar bietet. Hat aber einmal die Athmung begonnen, so

wird sie fortgesetzt, und in demselben Maße stirbt der Kreislauf des Blutes durch den Harnsack ab, und dieser dient nur noch dazu, mit seinen feinen und groben Ader-Geweben eine zierliche Tapete an den Wänden des Eies zu bilden, so daß die Wohnung des Hühnchens beim Ausziehen desselben schöner ist als bei dessen Einzug.

Dem Hühnchen scheint daher die alte Wohnung gar nicht so unbehaglich, und es übereilt sich keineswegs bei der Räumung derselben. Seine Ziehzeit beträgt, wie die der großen Herrschaften, zwei Tage, und es hat den Vorzug vor dem Menschen, sich im vollen Sinne des Wortes die Welt erst ansehen zu können, bevor es in dieselbe seinen Einzug hält.

Zu diesem Zwecke pickt der Schnabel am Luftraum und durchbricht denselben; sodann macht er sich an die Eischale und hämmert so lange daran, bis ein Riß da ist oder ein Stückchen abspringt. Die eindringende Luft wird nun kräftiger geathmet; allein die eingeengte Lunge gestattet keine recht tiefe Athmung und veranlaßt das Hühnchen, sein Gefängniß weiter auszubrechen. Nach und nach vergrößert es daher das Loch in der Schale, bis es den Kopf herausstecken kann. Jetzt erst schöpft es frei und voll Athem, und so wie dies der Fall ist, stirbt der Harnsack ganz und gar ab; auch die Stelle, wo er am Nabel angewachsen ist, verdorrt und reißt ab, sobald das Hühnchen sich bewegt, und somit ist das Geschöpf frei, und es steht ihm nichts im Wege, aus dem Gefängniß zu kommen, als die nur noch sehr schwache Eischale.

Das Hühnchen beeilt sich aber keineswegs hiermit. Es liegt vielmehr oft stundenlang mit dem Kopf zum Fenster heraus und drückt nur von Zeit zu Zeit gegen die Eischale, um sie ganz zu sprengen. Ist dies aber erfolgt, so versteht es schon die eben noch sehr zusammengepreßten Beinchen zu regen und thut ganz meisterlich seinen Schritt in das Dasein, das Menschenkind beschämend, das unfreiwillig und unbeholfen in die Welt hinausgestoßen wird und diese nur durch sein unmelodisches Geschrei begrüßt.

XXIV. Ein gedankenschwerer Abschied vom Hühnchen.

So thut denn das Hühnchen einen Schritt in's Leben hinaus und läßt die Schale zurück, nur noch mit wenig Flüssigkeit, die es selbst ausgeschieden. So tritt es hinaus, ein Wesen, das man in Wahrheit nur ein lebendig gewordenes Ei, oder richtiger noch ein lebendig gewordenes Keimfleckchen nennen kann, welches, früher ein Theil des Eies, jetzt das Ei in höchst wunderbarer Weise aufgegessen hat.

Die Stoffe des Eies sind noch vorhanden; aber in verwandelter Gestalt und in ganz verändertem Zustande. Vom Ei ging nichts verloren und von der Wärme noch weniger. Denn die dreißig Grad Wärme, die man einundzwanzig Tage lang ihm gegeben hat, besitzt das Thierchen nicht nur bei seiner Geburt,

sondern wird dieselbe auch für die ganze Dauer seines Lebens fort und fort besitzen, und wenn es ein Huhn wird, wird es diese Wärme reichlich anderen Eiern mittheilen, um gleiche Wesen aus dem Nichts in das Dasein hervorzurufen.

Wer vermag das tiefe Räthsel zu lösen, das solch ein Wesen dem forschenden Geist der Menschen stellt?

Die Wissenschaft auf ihrem jetzigen Standpunkt vermißt sich noch nicht, an die Auflösung dieses Räthsels zu gehen. Sie hat genug mit der Aufgabe, genau zu erforschen, wie all' dies gekommen. Wieso, warum, wodurch all' dies so gekommen? das wagt sie noch nicht zu beantworten; denn das Räthsel des Lebens liegt noch verschlossen vor dem Menschengeiste. Er hat mit all' seinem Forscherdrang noch nicht vermocht, die Brücke auszuspähen, welche den Keim zum Leben führt, und er steht stumm und staunend an dieser erhabenen Grenze, das Wunder schauend, aber nicht fassend.

Das Wunder, das sich vor unsern Augen entfaltet, ist so überaus gewaltig und großartig, daß wir vorerst genug zu thun haben, wenn wir seine Größe ganz erfassen wollen. Das Wunder zu erklären, wird erst eine Aufgabe einer viel weiter in der Forschung vorgedrungenen Menschheit sein, die einst das Recht haben wird, stolz auf uns und auf all' das, was wir „Wissen" nennen, herabzublicken.

Es ist wahr: unser Wissen ist ein Stückwerk und winzig; unsere großsprechende Weisheit verschwindet

vor dem stummen Walten in der Natur, das vor unseren Augen wirkend und schaffend thätig ist und zur Beschämung unserer Weisheit nach einem weisen, zweckentsprechenden Plane thätig ist, der genau berechnet ist, so genau, daß wir nur Schauer der Verwunderung empfinden, wenn wir dem Plane nachzurechnen versuchen.

Das Hühnchen ist in dem Ei entstanden, in einem Raume, der rings abgeschlossen war von der ganzen Welt, und dennoch hat sich dies Wesen darin gebildet, dessen ganzes Dasein für diese ihm bis dahin völlig fremde Welt eingerichtet ist.

Im Ei, wohin das Licht nicht gedrungen ist, hat sich ein Auge ausgebildet, genau so geschaffen, wie es das Licht der Sonne erfordert, welche zwanzig Millionen Meilen weit entfernt ist. Man kann ein Ei in völliger Finsterniß ausbrüten lassen, und doch wird das Hühnchen Augen haben. Würde es auch Augen haben, wenn die Sonne nicht vorhanden wäre? — Schwerlich würde dies der Fall sein! Wer aber vermag uns zu sagen, welch ein naturgemäßes Band vorhanden ist zwischen dem Auge eines Hühnchens, das sich in vollkommenster Finsterniß bildet, und der unendlich entfernten Sonne, die den Weltraum erleuchtet?!

Im Ei, in einem verschlossenen Raume, in welchem die Luft nur äußerst spärlich Eingang findet, bildet sich ein Vogel aus, der ganz und gar geschaffen ist, sich in den Luftraum über uns schwebend zu erheben. Die Weisheit der Weisesten würde, in solchem Raume abge-

schlossen, nicht zu ahnen vermögen, daß eine Erde vorhanden, daß diese Erde von einem Luftmeer umgeben ist, und daß es Werkzeuge geben könne, durch welche man sich aufzuschwingen vermag, um in diesem Meere zu schweben. Und doch hat das Hühnchen, im Ei verschlossen, Flügel erhalten, ganz zweckentsprechend für einen Flug in der Luft. Sein Rücken ist fester gefugt, als der nicht fliegender Wesen, damit er stark genug sei, mit den Flügeln, die an ihm haften, den Leib zu tragen. Die Knochen des Hühnchens sind hohl, damit es leicht sei für den Aufschwung über das feste Erdenrund! Seine Flügel sind befiedert zum leichten, wirksamen Flügelschlage. Seine ganze Gestalt ist so gebaut, daß sie leicht die Luft durchschneidet, und seine Lunge ist kräftig ausgebildet, damit sie nicht ermattet in der anstrengenden Thätigkeit des Fluges.

Und wollten wir jedes einzelne Glied dieses Wesens betrachten, wir würden nicht Raum genug finden, die Planmäßigkeit seines Baues und die äußerst genaue Berechnung zu bewundern, mit welcher ein Geschöpf, das in einem Raum gebildet, der von der Erde abgeschlossen ist, ausgestattet wurde, um ganz und gar für das Dasein auf der Erde zu passen!

Es ist also nicht das Räthsel des Lebens allein, das uns hier entgegentritt, sondern es ist der wohlberechnete Plan desselben, der dieses Wesen, noch bevor es wird, genau so gestaltet und einrichtet, wie es sein Dasein in der Außenwelt nothwendig macht!

Mit stummem Staunen erfüllt uns daher ein

ernster Blick in die Bildungsstätte dieses lebenden Wesens, und haben wir versucht, mit Heiterkeit und Leichtigkeit einen Ueberblick der Entwickelung des Eies zu geben, so wollen wir es nicht leugnen, daß wir nunmehr vor dem lebenden Hühnchen mit schauernder Bewunderung stehen und von dem Thema gedankenschweren Abschied nehmen — gedankenschwerer, als wir es begonnen haben!



Nutzen und Bedeutung des Fettes im menschlichen Körper.

I. Vom Bilden und Schwinden des Fettes.

Wenn wir uns am Anblick der vollen runde
Wangen unserer Kinder erfreuen, wenn wir die schöne
Formen im Körperbau des weiblichen Geschlech
bewundern, so ist es nicht eine Fülle der Muskeln, wa
hierin unsern Augen wohlgefällt, sondern es ist da
zwischen diesen Fleisch-Partien und der Haut liegen
Fett, welches jene Lücken ausfüllt, jene Ecken bepolste
und Kanten abrundet, die uns an magern Gesichte
erschrecken.

Wir entsetzen uns oft über das Aussehen v
Bekannten, die eben erst eine schlimme Krankheit dur
gemacht haben. Wir sehen die Augen tief in
Höhlen zurückgezogen, die Backenknochen todtenkopfar
hervorragen, die Stirn eckig und hervorstehend,
Nase, als ob sie länger geworden wäre, die Bac
schlaff und eingefallen, Mund und Kinn hervorrage

die Haut faltig, die Haltung des ganzen abgemagerten Körpers zusammengefallen, wir sehen ihn entsetzt an und fragen uns: wie ist es möglich, daß eine Krankheit von nur kurzer Dauer solche Verheerungen im Körper hervorrufen und so einen festen Gliederbau angreifen kann? — Aber es ist in Wahrheit nicht am festen Gliederbau eine so gewaltige Veränderung vorgekommen, sondern die Krankheit hat hauptsächlich nur das Fett angegriffen, und das Schwinden desselben hat jene Umgestaltung hervorgebracht.

Selbst erfahrene Aerzte sind oft entsetzt von den plötzlichen Verheerungen, die Krankheiten am Fett des Menschen anrichten. Die Cholera wandelt oft in drei Stunden einen fetten Menschen in ein Skelett um. Auch in anderen Krankheiten verlieren Schmerbäuche oft in wenigen Tagen die ganze Fülle ihrer Gestalt. Ein Wochenbett-Fieber zerstört oft die Schönheit eines Frauenantlitzes in unglaublich kurzer Zeit. Ein bösartiger Durchfall giebt oft Kindern ein greisenhaftes Ansehen, indem er ihnen die Rundung und Weichheit der Züge benimmt und ihr Gesicht mit den Furchen des Alters bedeckt.

Bei all' den und noch vielen anderen Fällen ist es das Fett, das zuerst den Angriff der Krankheit auszuhalten hat, und das oft mit einer Schnelligkeit verzehrt wird, von der man sich wissenschaftlich noch keine Rechenschaft geben kann.

In gleichfalls auffallender Weise vermehrt sich oft das Fett im Körper und sammelt sich in schnellerer Zeit

an, als irgend ein bestimmter zum Körper gehöriger Bestandtheil.

Erst kurze Zeit vor der Geburt sammelt sich bei Kindern das Fett in ziemlich beträchtlicher Masse an. Während es sich in der Regel im Knabenalter erhält und im ersten Mannesalter verhältnißmäßig vermindert, nimmt es in reiferen Jahren zu und mehrt sich oft in ungeheurer Masse, um im hohen Alter wieder abzunehmen. Beim weiblichen Geschlecht erhält sich das Fett in reicherer Fülle bis in die reiferen Jahre, und wenn Schwangerschaften, Wochenbett, Kinderpflege und Muttersorgen auch die Verminderung desselben veranlassen und dem Antlitz der Frauen den Reiz der weichen runden Formen rauben, so tritt oft nach diesen schwersten Jahren des Frauenslebens der sogenannte Alte-Weiber-Sommer ein, wo es das sich weiter aufsammelnde Fett ist, welches wie ein zweiter Frühling den Herbst des Daseins schmückt.

Wie zuweilen nach Krankheiten das Fett sich vermehrt, ist eine bekannte Thatsache. Nach Nervenfiebern häuft sich das Fett oft in so starkem Maße an, daß es nicht selten den Anschein hat, als ob die Krankheit nur ein gefährlicher Durchgangspunkt zur strotzendsten Gesundheit gewesen wäre. Zuweilen ist auch die Vermehrung des Fettes eine wirkliche krankhafte Erscheinung, und nicht selten verbinden sich mit demselben mannigfache Beschwerden des Athmens und des Blutumlaufes in beträchtlich hohem Grade. Am auffallendsten ist die Fett-Vermehrung bei vollendeten Säufern, welche in

einem gewissen Stadium, wo sie nicht mehr weit vom Säuferwahnsinn sind, an Körperfülle zunehmen und ein schwammig aufgedunsenes Ansehen erhalten, obgleich sie an Speisen so außerordentlich wenig genießen, daß man kaum glauben sollte, daß sie auch nur kurze Zeit ihr Leben damit fristen könnten.

Bedenkt man bei alle dem, daß das Fett im Allgemeinen weder ein Zeichen der Gesundheit, noch der Krankheit ist, daß magere Menschen sich oft eines nicht minderen Wohlseins und einer längeren Lebensdauer erfreuen, als fette, daß das Fett oft kommt und geht, ohne sichtbar einen Eindruck auf das körperliche Wohlbefinden zu machen, und erwägt man hierzu, daß es kein Organ des Körpers giebt, welches aus Fett besteht, so könnte es scheinen, als ob es nur eine Art luxuriöser Polster im Leibe des Menschen ausmachte, und also ohne Bedeutung und Nutzen in demselben existirte.

Allein das ist ein Irrthum.

Die Natur schafft nichts zwecklos und nichts nutzlos; dies gestehen selbst solche Naturforscher, welche der Natur alle Absichten im gewöhnlichen Sinn absprechen; und darum wollen wir von dem Nutzen und der Bedeutung des Fettes sprechen, soweit die jetzige Wissenschaft hierüber Aufschluß zu geben vermocht hat.

II. Von dem mechanischen Nutzen des Fettes.

Daß das Fett nicht ohne wichtige Bestimmung im menschlichen Körper ist, geht schon aus der Thatsache hervor, daß es niemals, selbst beim Hungertode nicht, vollkommen schwindet. Das Gehirn und die Augenhöhlen sind stets mit Fett versehen, wenn dies in allen andern Theilen des Leibes aufgezehrt ist.

Gerade aber die Thatsache, daß es aus diesen anderen Körpertheilen aufgezehrt werden kann, ohne den Körper zu vernichten, ist ein Fingerzeig, daß das Fett in Fällen des Hungers und der Krankheit wichtige Dienste leistet. Der Schluß ist gerechtfertigt, daß, wenn das Fett nicht vorhanden wäre, andere weniger zu missende Gebilde der Körpers angegriffen und dadurch der Untergang des ganzen Körpers herbeigeführt worden wäre.

Erwägen wir nun hierzu, daß alle Thiere, welche den Winterschlaf durchmachen, um erst mit dem Frühjahre wieder zu erwachen, wie das Murmelthier, der Siebenschläfer, der Bär u. s. w. sich außerordentlich reich an Fett in ihre Winterhöhle zurückziehen und arm an demselben aus ihr hervorkriechen, daß die Natur ihnen also den Fettvorrath aufgespeichert hat, um während einer sehr langen Zeit ihr Leben ohne Nahrung zu erhalten, so liegt der Gedanke nahe, daß auch beim Menschen ähnliche Verhältnisse vorwalten können.

Wir werden nun in der Folge sehen, inwieweit diese Voraussetzung begründet ist; für jetzt jedoch wollen wir den einfachen Weg einschlagen, um den Nutzen des Fettes im menschlichen Körper nachzuweisen, und zwar wollen wir stufenweise die großen Vortheile aufzählen; welche es dem Körper gewährt, Vortheile, ohne welche ein großer Theil unserer Lebensthätigkeit kaum möglich wäre.

Wer es beobachtet, wie unzählige Male in einem Tage ein Kind fällt, irgend wo anstößt, gegen einen Gegenstand anrennt, ohne sich dauernd Schaden zuzufügen, wie dagegen Erwachsene einen verhältnißmäßig leichteren Fall oder Stoß oft wochenlang in den Gliedern und an den getroffenen Gliedern namentlich spüren, der wird schon aus diesen rein mechanischen Gründen dem Fett eine bedeutsame Rolle zuschreiben müssen. In der That ist das Fett unter der Haut ganz und gar dazu geeignet, den Stoß zu mildern, oder richtiger zu vertheilen.

Das Fett besteht namentlich in den erwähnten Theilen des Körpers in meist flüssigem Zustande. Es ist dasselbe in sehr kleinen Zellen eingeschlossen, welche wie gefüllte Bläschen sich an einander lagern. Eine jede Fettschicht besteht aus unzähligen, nur durch Vergrößerungsgläser sichtbaren Zellen dieser Art. Man kann daher eine Fettschicht mit einem Raum vergleichen, in welchem kleine, mit Flüssigkeit gefüllte Blasen über einander liegen, wo die eine die andere drückt. Von einem solchen Zustande lehrt die Physik, daß er sich

anders verhält, wenn man einen Druck auf ihn ausübt, als irgend ein fester Körper. Ein fester Körper, der einen Druck oder Stoß auszuhalten hat, wird nur an dieser gedrückten oder gestoßenen Stelle verletzt; bei einem System von gefüllten Blasen jedoch vertheilt sich der Druck derart, daß er gleichzeitig durch den ganzen Raum sich verbreitet. Denken wir uns z. B. ein großes Faß, gefüllt mit einzelnen kleinen Blasen, in welchen sich Wasser befindet, und nehmen wir an, daß man einen schweren Stein auf einen Theil der Blasen legt, so werden nicht gerade die unter dem Stein liegenden und von ihm gedrückten Blasen platzen, sondern alle mit dem Stein gar nicht in Berührung stehenden schwächeren Blasen werden zuerst platzen, weil sich eben der Druck durch alle Blasen hindurch vertheilt.

In ganz ähnlichem Falle befinden sich alle Theile des Körpers, welche mit Fett umgeben sind. Ein Druck, ein Stoß gegen eine dieser Stellen wird von den Fettzellen über die ganze Fläche verbreitet, und obgleich dies in Summa den Eindruck vermehrt, vermindert und mildert dies doch denselben durch die außerordentlich weite Vertheilung.

Zwar rührt beim gewöhnlichen Fallen und Stoßen der Kinder die Gefahrlosigkeit nicht blos von dem reicheren Fettvorrath der Kinder her. Es spielt hierbei das geringere Gewicht der Kinder, wie der Umstand, daß sie klein sind, also nicht von beträchtlicher Höhe herabstürzen, wenn sie auf ebener Erde umfallen, eine wesentliche Rolle; allein das Fett trägt besonders mit

dazu bei, den Fall unschädlicher zu machen und bedeutende örtliche Schmerzen durch Vertheilung zu mildern.

Was bei den kleinen Unfällen der Kinder aber unwesentlich erscheint, ist sehr wesentlich bei Erwachsenen, namentlich beim Fallen und Springen. Beim Fallen wird Jeder, den dies Ungemach schon getroffen hat, einen großen Unterschied gemerkt haben, wenn er zu seiner Belustigung nur auf einen weichen Körpertheil oder zu seinem Schaden auf einen harten niedergestürzt ist. Beim Sprunge aber ist es hauptsächlich die fettige Gelenkflüssigkeit, welche den Stoß vertheilt und die Erschütterung erträglich macht.

Nicht umsonst hat uns die Natur auf den Fußsohlen mit Fettlagen versehen und auch für das Sitzen uns mit einem natürlichen Fettpolster versorgt. Wir würden ohne Fett weder dauernd stehen noch gehen, noch weniger laufen oder springen, ja nicht einmal ohne künstliche Luftkissen anhaltend sitzen können.

Dieser rein mechanische Nutzen des Fettes ist aber noch gering gegen den wesentlichen, den es uns in vielen anderen Beziehungen leistet, und den wir noch näher kennen lernen wollen.

III. Das Fett als Schutzmittel gegen innere Störungen.

Ist das Fett schon von wichtiger Bedeutung, um schädliche Eindrücke von außen her, wie Druck und Stoß, zu mildern und auf größere Flächen zu vertheilen, so ist dessen Zweck und Nutzen noch bei weitem ausgesprochener dort, wo wir das Fett nicht unter der Haut, sondern als Umkleidung und Ausfüllung im Innern des Körpers vorfinden.

Das Herz und die Hauptadern, die von ihm ausgehen, sind in Fett eingebettet und von Fett umgeben. Wenn alles Fett des Körpers in Folge von Krankheit oder Hunger geschwunden ist, fehlt dennoch dieses Fett nicht. Beweis genug, daß es hier eine wichtige Rolle zu spielen und am Sitz einer hauptsächlichen Lebensthätigkeit eine Hauptaufgabe zu vollziehen hat.

In der That weiß man, daß Bewegungen zweier Dinge auf einander, daß Reibung einen hohen Hitzegrad hervorbringt, sobald nicht eine fettige Flüssigkeit sich zwischen ihnen befindet, welche die unmittelbare Berührung verhindert.

Die Axen eines Wagens werden dort, wo die Räder eine Reibung veranlassen, mit Fett eingeschmiert. Das Oelen aller Maschinentheile, die in Bewegung und dabei mit anderen Theilen in Berührung sind, hat den Zweck, die Reibung zu mildern. Ein jedes Drehwerk, das nicht geölt ist, bewegt sich nicht nur mit größter

Schwierigkeit, sondern auch unter Entstehung einer gefährlichen Hitze. Ein jedes Schloß muß geölt werden, wenn es leicht schließen soll; vom feinsten Uhrwerk bis zum gröbsten Lastwagen ist Fettigkeit an jedem Theil nöthig, der sich in oder um oder an dem andern bewegen soll; und ähnlich, wie bei all' diesen Fällen, ist es bei den Organen des Körpers der Fall, deren Lebensthätigkeit in einer Bewegung besteht.

Fühlt man schon Erwärmung der Hände, wenn man sie an einander reibt, wie vielmehr müßte die ewige Bewegung des Herzens unmöglich sein, wenn dieser so vielfach in sich selbst verschlungene Muskel, der sich nach den entgegengesetzten Richtungen unausgesetzt dehnen und zusammenziehen und dadurch seine Muskel-Bündel an einander reiben muß, nicht mit Fett umgeben wäre und durch und durch in allen Lücken der Muskel-Bündel mit Flüssigkeit getränkt würde!

Das Herz, das vom ersten Schlage an, den es schon im Mutterschooß beginnt, die Aufgabe hat, durch die ganze Lebenszeit, also zuweilen durch hundert volle Jahre, unausgesetzt bei Tag und Nacht, ohne Rast und Ruhe die verschiedenartigsten und dennoch regelmäßigen Bewegungen in sich selber zu vollziehen und wie ein Saug- und Druckwerk das Blut durch den Körper im Kreislauf zu treiben, das Herz, dieses bewegungsvollste Organ, scheint sammt seinen Hauptadern vor Allem mit Fett versorgt, offenbar deshalb, weil es zu seiner Bewegung des Fettes am nöthigsten bedarf.

Bedenkt man hierzu, daß die Erfahrung lehrt, wie bei Bewegung Fett abgenutzt und bei Ruhe des Körpers das Fett vermehrt wird, wie Menschen, welche der Ruhe pflegen, an Fett eben so zunehmen, gleich Thieren, welche man in der Mast hält und sie an freier Bewegung behindert, während Menschen und Thiere, die sich viel bewegen müssen, selten Fett ansetzen, so leuchtet es ein, daß Bewegungen gerade ein Aufzehren des Fettes herbeiführt, einen starken Verbrauch des Fettes hervorbringt.

Das Herz also, das fortwährend in Bewegung sein muß, bedarf daher ganz besonders des Fettes, und es ist einleuchtend, daß die Natur einen wichtigen Lebenszweck erfüllt, wenn sie das Fett um das Herz aufspeichert, damit keine Störung eintrete, im Fall eine Neubildung des Fettes durch Krankheit oder Hunger zeitweise gehemmt sein würde. —

Auch die Augenhöhlen und die Muskeln des Auges sind von Fett reichlich umgeben. Nicht nur ein Stoß, ein Druck von außen würde das Auge ohne diese Fett-Umhüllung leichter verletzen, sondern die außerordentlich schnelle, leichte und freie Bewegung des lebhaften Auges wäre ohne das Fett nicht möglich, die Muskeln würden ohne die Oelung durch Fett den Dienst oft versagen, der Seh-Nerv würde gedrückt und alles Sehen fast aufgehoben werden.

In der Bauchhöhle sind alle Lücken, welche der vielgewundene Darm läßt, mit Fett ausgefüttert, namentlich die Gegend der unteren Darmes mit dieser weichen

Auspolsterung versehen. Dies erleichtert nicht nur die wurmförmige Bewegung des Darmes, verhindert die Reibung und sichert die Bewegung desselben, sondern läßt am untern Theil der Dehnung des Darmes Raum, wie diese zur Ausscheidung der aufgenommenen Stoffe nothwendig ist.

Eine wichtige Aufgabe ähnlicher Art erfüllt das Fett in unserm Knochengerüst. Wer schon die Beobachtung gemacht hat, wie Papier, wenn es mit Oel getränkt ist, einerseits geschmeidiger und andererseits wieder fester und haltbarer wird, der wird sich eine Vorstellung davon machen können, daß das Fett, welches die ganze Masse der Knochen durchzieht, diesen einerseits eine Geschmeidgkeit und andererseits wieder eine Festigkeit verleiht. — Knochen, aus denen man künstlich durch Aether das Fett ausgewaschen hat, sind spröde und leicht brüchig. Sie werden ohne Fett ihrer Aufgabe, ein festes Gerüst des Körpers zu bilden, nicht mehr recht entsprechen, sondern bei Erschütterungen glasartig zersplittern. — Auffallend ist es, daß bei einer gewissen Knochen-Krankheit, in welcher der Verlust an Knochensubstanz besonders groß ist, so daß der ganze Knochen wie aus Gaze gewebt erscheint, die Lücken völlig mit Fett ausgebettet sind, als ob die Natur den Verlust der Knochenmasse durch Zufuhr von Fett ersetzen wollte. —

IV. Wichtige Eigenschaften des Fettes.

Einen höchst wichtigen Dienst leistet das Fett im menschlichen Körper durch die Eigenschaft, daß es die Wärme schlecht leitet.

Schon das flüssige Fett an sich, wie z. B. Oel, ist ein schlechter Wärmeleiter, das heißt: ein Gegenstand, der von Oel umgeben ist, erkaltet sehr langsam und nimmt auch sehr langsam von außen her Wärme auf. Schlechte Wärmeleiter sind dadurch, daß sie Wärme aus einem Gegenstande weder fort, noch in denselben eindringen lassen, die sichersten Mittel, den Gegenstand in einer gleichmäßigen Wärme zu erhalten. Indem aber der menschliche Körper durchaus nur einen bestimmten Grad der Wärme im Innern vertragen kann und ein Opfer des Todes wird, sobald er viel über dreißig Grad warm wird oder viel unter dreißig Grad erkaltet, so ist es klar, daß nur die Einwickelung all' seiner edlen Organe in eine Fettschicht, welche die Wärme schlecht leitet, das Mittel ist, sein Leben zu erhalten.

Bei dem nicht flüssigen, sondern im Körper in Talgform sich anlegenden festen Fett kommt noch das Gewebe, in welchem hier das Fett eingeschlossen ist, dazu, um die Eigenschaft des schlechten Leiters der Wärme zu steigern, so daß alle Organe, die von festen Fettmassen umgeben sind, ganz besonders vor allzugroßer Hitze und Kälte geschützt werden.

Darum findet man auch im gewöhnlichen Zustand den ganzen Unterleib mit Fett bedeckt. Hierdurch erhält derselbe eine stets gleichmäßige Wärme, wie sie zu den Verrichtungen der Organe auch nöthig ist. Das fettreiche Netz der Eingeweide des Unterleibes ist die vortrefflichste Leibbinde, die die Natur selber dem Menschen an- und umgelegt hat. Die Brust der Mutter würde ihren Dienst sehr bald versagen, wenn sie nicht mit Fett reichlich durchzogen wäre, so daß die Wärme in derselben nicht leicht wechseln kann, selbst wenn sie, wie beim Säugen des Kindes, der kalten Luft ausgesetzt ist. — Der Magen, die Leber, besonders aber das Herz, würden weder vor großer Hitze, noch vor großer Kälte derart geschützt sein, wenn sie nicht mit Fett umgeben wären.

Daß das Fett vortrefflich geeignet ist, die Wärme des Körpers weder steigen noch sinken zu lassen, geht schon daraus hervor, daß sich die Wilden in heißen Ländern die Haut mit Fett einschmieren, damit die Hitze nicht auf sie eindringe, während die Bewohner der kältesten Länder ganz dasselbe thun, um die Wärme aus dem Körper nicht schwinden zu lassen.

Hierdurch wird es erklärlich, weshalb das weibliche Geschlecht, das reichlicher mit Fett versehen ist, als das männliche, auch leichter gekleidet gehen darf; weshalb es ihnen weniger schädlich ist, wenn sie Hals, Nacken, Brust und Arme der wechselnden Wärme der Luft aussetzen. Ein Halstuch ist allen fetten Knaben lästig; sobald jedoch die Zeit der Entwickelung gekommen ist und

der fette Hals des Knaben sich in den magerer werdenden des Jünglings umwandelt, da wird die Bekleidung des Halses schon nothwendig.

Mit Einem Worte, das Fett ist durch die Eigenschaft der schlechten Wärme-Leitung ein vortreffliches Mittel, das Innere des Menschen in einer gleichmäßigen Wärme zu erhalten, und es bildet auch das Fett, das unter der Haut sich ansammelt, ein Schutzmittel gegen das Ausströmen der Wärme aus dem Körper, wenn er sich in kalter Luft befindet.

Eine weitere wichtige Eigenschaft des Fettes ist es, daß es die Elektrizität schlecht leitet; und hiernach hat man Grund, zu vermuthen, daß die Natur gerade deshalb das Fett gewählt hat, um mit demselben die Nerven zu umhüllen. Die wissenschaftlichen Forschungen der neuesten Zeit haben es nämlich ganz außer Zweifel gestellt, daß die Nerven im Körper eine ähnliche Rolle wie die Leitungsdrähte am elektrischen Apparate spielen, daß Ströme von Elektrizität durch dieselben sich fortpflanzen und an den Endpunkten Wirkungen hervorbringen, die sowohl die Bewegung, wie die Ernährung möglich machen; und auch von den Endpunkten Ströme nach dem Gehirn leiten, die Empfindung hervorbringen und das Bewußtsein anregen. — Ganz aber wie die Leitungsdrähte eines elektrischen Apparates untauglich werden, sobald sie nicht einen Ueberzug haben, der die Elektrizität schlecht leitet und sie verhindert, ihre telegraphischen Depeschen unterwegs zu verlieren, ganz so würden ohne Zweifel die Nerven ohne den nicht-

leitenden Ueberzug von Fett ihren Dienst versagen, wenigstens denselben nicht am rechten Ort ausüben. Das Fett, das die Nerven einhüllt, gleicht so der Gutta-Percha-Umhüllung, welche die elektrischen Drähte umgiebt. Die Beobachtung, daß das umhüllende Fett bei Rückenmarks-Schwindsucht sich bedeutend vermindert habe, scheint diese Ansicht von der Aufgabe des Fettes zu bestätigen.

Möglicherweise rührt die größere nervöse Empfindlichkeit und die leichtere Störung des Nervensystems bei magern Personen von dem Mangel an Fett her, das die Nerven umschließt, und die Reizbarkeit magerer Frauenzimmer ist vielleicht nicht minder eine Folge, als eine Ursache der mangelhaften Fettbildung.

V. Von dem höheren Zweck des Fettes.

Wir dürfen beim Nutzen des Fettes nicht unerwähnt lassen, daß es das Fett ist, welches dem menschlichen Körper die Möglichkeit gewährt, im Wasser zu schwimmen. Daß Fett leichter ist als Wasser, bemerkt man schon an unseren Nachtlampen, wo das Oel auf dem Wasser schwimmt, und in jeder Suppe, wo die Fettaugen auf der Oberfläche derselben sichtbar sind. Weder Knochen, noch die übrigen Bestandtheile des Körpers besitzen diese Eigenschaft, und wäre das Fett nicht im Körper vorhanden, so würde die Schwimmkunst

8*

nicht ausreichen, den Körper über Wasser zu erhalten. Hieraus erklärt es sich, daß sehr fette Menschen sich ganz getrost rücklings ins Wasser legen können und ohne unterstützende Bewegungen zu machen, von demselben fortgetragen werden. — Menschen, die an Wassersucht leiden, bei denen sich in Folge einer krankhaften Bildung Wasser unter der Haut ansammelt, sind nicht nur blos wegen ihres krankhaften Zustandes zu jeder anstrengenden Bewegung der Glieder unfähig, sondern haben noch durch das Gewicht des Wassers zu leiden, das, schwerer als das Fett, ihrer Bewegung mehr Hinderniß darbietet, als eine gleich große Fettmasse.

Insofern das Schwimmen nicht zu einer dem menschlichen Körper nothwendigen Fähigkeit gehört, können wir hiervon absehen und uns zu den wichtigeren, mit dem Gesammtleben in innigerem Zusammenhang stehenden Bestimmungen des Fettes wenden.

Bisher haben wir nur gewisse Vortheile betrachtet, welche das Fett gewährt; man würde aber irren, wollte man annehmen, als habe die Natur nur um dieser Vortheile willen das Fett gebildet. Es ist wahr, daß alle Gebilde der Natur im höchsten Maße zweckentsprechend sind, und wollte man hier an Zufall glauben, so würde man einen größeren Aberglauben mit dem Zufall, als mit dem stockfinstersten Glauben spielen. — Allein trotzdem muß man sich hüten, das Dasein eines Naturgebildes nur als todtes Mittel zum Zweck anderer Gebilde zu machen. Das Fett ist ein Mittel zur Erreichung all der Vortheile, die wir angeführt haben; wäre aber

das Fett nicht auch Selbstzweck für sich, so wäre es schwerlich im Körper vorhanden. Die Natur hätte die angeführten Vortheile auch auf anderem Wege erreichen können und hätte nicht Fett gebildet, wenn dies nicht auch für sich selbst ein nothwendiges Glied im gesammten Haushalt des Lebens wäre.

Wir müssen daher die tieferen Beziehungen des Fettes in dem Lebensprozeß aufsuchen und diese nicht in den bloßen Eigenschaften desselben finden wollen, die wir bisher betrachtet haben.

Daß das Fett an sich nothwendig zur Verwirklichung des Lebens ist, geht schon daraus hervor, daß wir zum Theil fertiges Fett genießen müssen, und daß zum Theil aus den nicht fetthaltigen Speisen im Körper es gebildet wird.

Selbst in den Pflanzenstoffen genießen wir Fett. All' unsere gewöhnlichen Oele sind Pflanzenfette, und dieses Fett ist auch in Pflanzen vorhanden, die nicht künstlich zur Oelbereitung benutzt werden. Daß wir in thierischen Nahrungsstoffen Fett genießen, ist gleichfalls eine bekannte Thatsache. In der Milch ist das Fett reichlich vertreten, und in der Butter, die ein so allgemeines Bedürfniß ist, spielt das Fett eine Hauptrolle.

Zu diesem fertigen Fett, das wir genießen, und, wie wir sogleich sehen werden, genießen *müssen*, kommt noch, daß unser Körper eine gehörige Fettfabrik ist, denn der Körper bildet neues Fett aus nicht fetthaltigen Stoffen.

Thiere, die man mit Stoffen fütterte, aus welchen

man das Fett künstlich entfernt hatte, konnten sich nicht am Leben erhalten, obwohl sie Speisen genossen, aus welchen sich sonst im Körper Fett bildete. — Thiere, die man mit reinem Fett fütterte, starben gleichfalls, ohne daß sich im Körper das Fett besonders angesammelt hatte. Hunde, an welchen man durch die Bauchwand Oeffnungen nach dem Magen machte, um zu beobachten, welche Speisen und wie schnell sie dieselben verdauen, wurden zeitweise mit Fleisch gefüttert, dem man alles Fett auf chemischem Wege entzog, und es ergab sich, daß die Verdauung äußerst schwierig vor sich ging. Brachte man durch die Oeffnung zu dem fettlosen Fleisch etwas Fett in den Magen, so ging die Verdauung ungestört vor sich. Daß man sich an viel Fett wiederum den Magen verdirbt, ist eine allgemein bekannte Thatsache, und ist sowohl durch Versuche bestätigt, wie durch die Wissenschaft auch erklärlich.

Dies Alles sind Thatsachen, welche beweisen, daß das Fett nicht ein bloßes Schutzmittel für äußeren Druck und Stoß, nicht ein bloßes Schmiermittel für die sich bewegenden und an einander reibenden Theile, und auch nicht eine bloße Wärmflasche für die Organe oder ein bloßer Gutta-Percha-Ueberzug für die elektrischen Leitungsdrähte der Nerven ist. Es ist vielmehr Fett, das freilich all' die angegebenen Dienste leistet, auch für sich ein nothwendiges Gebilde im Lebensprozeß, es ist, wie wir vorerst sahen, ein Nahrungsmittel, das genossen werden m u ß, aber nicht im Uebermaß genossen werden darf.

Auch der Umstand, daß sich Fett im Körper bildet aus nicht fetthaltigen Stoffen, giebt ihm den Charakter eines nicht blos abgelagerten Stoffes, sondern eines stets sich abnutzenden und stets sich neuschaffenden Gebildes, den Charakter eines Stoffes, der in steter Umwechselung begriffen ist, und also eine Hauptrolle im Stoffwechsel spielt, der eigentlich das Kennzeichen tes Lebens ist.

Indem wir hier nur thatsächlich anführen wollen, daß an Thieren, namentlich an Schweinen und an Bienen, genaue Versuche angestellt worden sind, wie viel Fett, oder an den Bienen, wie viel Wachs sie im Körper fabriziren bei bestimmten Speisen, deren Fettgehalt man zuvor gemessen hatte, und hinzufügen dürfen, daß die Neubildung von Fett im Körper ganz außer allem Zweifel ist, glauben wir, den höheren Zweck, den Lebenszweck des Fettes genugsam begründet zu haben, und wollen deshalb diesen nunmehr unseren Lesern deutlicher vorführen.

VI. Das Merkzeichen des Lebens.

Erst der neueren Zeit war es vorbehalten, die bedeutungsvolle Rolle, die das Fett im menschlichen Körper spielt, näher aufzufinden.

Dem als Naturforscher und scharfsinnigen Beobachter gleich berühmten Justus v. Liebig gebührt das Verdienst, wie über viele Vorgänge im menschlichen Körper, auch über diesen ein neues Licht verbreitet zu haben.

Aus den Forschungen Liebig's ergiebt sich, daß man die Nahrungsmittel in zwei verschiedene Gruppen bringen müsse und ebenso die Erzeugnisse der Nahrung im Körper in zwei gesonderte Gattungen zu theilen habe.

So verschiedene Nahrung auch der Mensch genießt, so soll sie sammt und sonders doch nur zwei Zwecke erfüllen. Die Nahrung soll erstens das im Körper ersetzen, was sich in demselben durch Rückbildung abnutzt, und soll außerdem zweitens noch den Stoff bieten, der durch Arbeit und Athem fortwährend verloren geht.

Die Speisen der ersteren Gattung nennt man wissenschaftlich „plastische" Nahrung. Sie, diese Nahrung ist es, welche sich in der lebendigen chemischen Fabrik durch die Thätigkeit des Magens und Darmes und seiner Drüsen in Blut-Flüssigkeit umwandelt. Aus diesem Blut baut sich leiblich der Mensch auf. Blut ist das Baumaterial des Leibes. Blut ist flüssiges Fleisch, flüssige Knochen, flüssiges Material für die Haare, mit Einem Worte: das Blut ist seinem Stoffe nach der ganze leibliche Mensch, denn es ist bestimmt, sich bei fortbestehender Lebensthätigkeit in menschlichen Leib zu verwandeln. Blut also ist die gewesene Speise und werdender lebendiger Leib.

Zunächst also muß man essen, um Blut zu bilden; sodann muß sich Blut bilden, um sich in leibliche Masse umzugestalten.

Zu welchem Zweck aber ist es nöthig, daß wir alltäglich so viel essen, da doch unsere leibliche Masse einmal fertig ist? Wozu fabriziren wir immer neuen

Blut, um daraus neue Muskeln, neue Knochen, neue Nerven zu machen? Weshalb begnügen wir uns nicht mit all den leiblichen Dingen, die wir einmal haben? Und wo bleibt der alte Leib, wenn es wahr ist, daß wir mit jedem Bissen ein Stück neuen Leib erzeugen?

Die richtige Antwort auf diese Fragen kann sich nur der geben, welcher sich einen richtigen Begriff vom Leben des Leibes macht, und den Unterschied kennt, der zwischen einem leblosen Dinge und einem lebendigen Wesen vorhanden ist.

Ein lebloses Ding, zum Beispiel ein Stück Silber, ein Stück Gold oder ein Stück Stein bleibt immer und ewig, *was* es ist und *wie* es ist, so lange es sich selbst überlassen bleibt, und nicht ein anderer Stoff chemisch auf dasselbe einwirkt. Es verändert sich nicht und wechselt seinen Stoff nicht und existirt immer fort und fort durch Tausende und Millionen von Jahren, sobald es nicht von außen her durch Hitze oder Kälte, durch Luft oder Feuchtigkeit oder sonst eine Einwirkung verändert wird.

Ein belebtes Wesen dagegen, sei es Pflanze, oder Thier, oder Mensch, verhält sich ganz anders. Eine jede Pflanze, ein jedes Thier und auch jeder Mensch bleibt nicht eine einzige Sekunde wie er ist, sondern wechselt fortwährend, tauscht ununterbrochen seinen Stoff und seinen Körper um, giebt vom alten Stoff immer etwas fort und nimmt ununterbrochen immer etwas neuen Stoff in sich auf.

Dies nennt man den *Stoffwechsel*, das heißt

ein ewiges Wechseln und Umtauschen des alten Stoffes in neuen Stoff, und dieser Stoffwechsel ist das eigentliche Leben der Dinge.

Mit diesem Unterschied zwischen den leblosen Dingen und den belebten Wesen ist noch ein zweiter verbunden und inbegriffen.

Ein lebloses Ding, z. B. ein Stück Silber oder dergleichen, kann sich zwar auch chemisch verändern, sobald man ihm einen neuen Stoff darbietet, mit dem es sich verbinden kann; aber wenn es sich verändert und mit einem neuen Stoff verbindet, verliert es sein ganzes voriges Wesen, seine vorigen Eigenschaften und wird ein ganz anderes Ding. Bringt man z. B. Chlor zu Silber, so wird daraus ein Ding, das nicht wie Chlor und nicht wie Silber aussieht, sondern wie Käsebrei. Schwefel zu Silber gebracht und chemisch verbunden, giebt eine schwarze Masse, die nichts vom Schwefel und nichts vom Silber an sich hat. — Wenn also leblose Dinge andere Stoffe in sich aufnehmen, so bleiben sie nicht mehr das, was sie sind.

Belebte Wesen dagegen nehmen fortwährend anderen Stoff in sich auf und bleiben dennoch immer das, was sie sind. Ein Mensch ißt alltäglich Dinge, die nicht Mensch sind; aber im Leibe fabrizirt er aus den Dingen menschlichen Leib.

Dieses **Wechseln des Stoffes** und dabei das **Beibehalten seines eigenen Wesens**, das ist das **eigentlich hauptsächliche Merkzeichen des Lebens.**

VII. Wie der Körper sich ohne Nahrung verhält.

So lange also der Mensch lebt, so lange muß er immerfort neuen Stoff in sich aufnehmen und alten Stoff von sich geben; denn Leben heißt: den Stoff wechseln und ununterbrochen sich erneuern und umtauschen und dennoch dasselbe Wesen bleiben.

Eigentlich hätte man hiernach unausgesetzt essen müssen; aber zum Glück für uns hat die Natur im Magen, im Darm und in den Blut-Adern eine Art Speicher eingeräumt, wo wir im Stande sind, den frischen Stoff in reichlicher Menge mit einemmale einzuführen, und das Aufzehren dieses neuen Materials eine Zeit lang abzuwarten. — Ist aber das Material aufgezehrt, so hilft keine Gnade; wir müssen frisches Material schaffen, frische Speisen genießen, oder wir gehen zu Grunde. Der alte Leib lebt nicht fort; er existirt in Wahrheit nur einen Moment, und nach diesem Moment fängt auch zugleich seine Vernichtung, seine Rückbildung wieder an, und wir sterben im Hunger mit jedem Moment ab, weil wir keinen Ersatz haben für die Theilchen unseres Leibes, die mit jedem Augenblick unfähig werden zum Leben.

Zwar sollte man meinen, daß der verhungernde Mensch sich ganz und gar aufzehren sollte, wie das Oel in einer Lampe, so daß nichts von ihm übrig bleibt. Das ist nun nicht der Fall. Der Hungertod erfolgt, selbst wenn noch Körper, Blut und alle anderen Theile

des Leibes da sind; allein diese letzten Reste verlieren die Kraft, sich zu erneuen und fallen statt des langsameren Todes durch Aufzehrung dem gemeinsamen einmaligen Tode anheim.

Die Versuche, die man mit Thieren angestellt, sind hierüber sehr belehrend. Diese Versuche haben Folgendes gezeigt: Thiere, die des Hungertodes starben, hatten noch den vierten Theil ihrer natürlichen Blutmasse; der Magen hatte 39 Prozent verloren; die Leber 52 Prozent, die Knochen 16 Prozent; das ganze Nerven-System verlor nur Ein Prozent; vom Fett aber war fast Alles fort, nämlich 93 Prozent.

Wir sehen demnach, und zwar aus den letzten zwei Angaben, daß der Mensch von seinen Nerven sehr wenig missen kann. Wenn er nur den hundertsten Theil derselben verliert, so muß er schon sterben. Dagegen kann er von seinem Fett eine ungeheure Masse verlieren, ehe er Hungers stirbt. — Wollte man aber hieraus den Schluß ziehen, daß das Fett sehr unwesentlich im Körper sei, so würde man irren. Gerade weil das Leben der Menschen sich so lange erhalten kann, bis das Fett ganz aufgezehrt ist, gerade darum muß man das Fett als außerordentlich wichtig bezeichnen. Wenn der Körper keine Speise zu sich nimmt, kann er von den Nerven nichts aufzehren, um zu leben; denn von den Nerven kann er nichts missen. Von seinem vorräthigen Blute, dem eigentlichen Bau-Material des Leibes, kann er zwar zehren; aber sobald er die Hälfte davon verzehrt hat, ist es aus. Nur das Fett kann aushelfen

und hilft auch aus; denn es giebt sich fast ganz und gar her und erhält den Körper. Man sieht gerade, weil der Körper das Fett missen kann, gerade deshalb ist es wichtig, daß man für den Fall der Noth es vorräthig hält.

Wir haben es schon erwähnt, daß die Thiere, welche den Winter verschlafen, sich im Herbst mit einem sehr bedeutenden Fett-Vorrath niederlegen und im Frühjahr äußerst abgemagert wieder aufleben. Sie haben den ganzen Winter keine Nahrung zu sich genommen und sich doch das Leben erhalten. Offenbar hat ihnen das Fett hierbei einen Ersatz geliefert. In vielen Krankheiten ist der Mensch wochenlang nicht im Stande, nahrhafte Speise zu sich zu nehmen, und das Fett nimmt hierbei ebenfalls die Rolle eines aufgesparten Vorrathes an. Der reiche Vorrath an Fett, den das weibliche Geschlecht besitzt, geht meist in dem Wochenbette drauf, wo es viel Blut, Schweiß und Milch verlieren und wenig durch Speise ersetzen darf. Die Natur hat nicht umsonst die Frauen, so lange sie fähig sind, Kinder zu gebären, mit Fett gesegnet.

Aus all' diesen Fällen ergiebt sich die Wichtigkeit des Fettes im Allgemeinen, und dies wußte man auch schon seit langer Zeit und legte hierauf mit Recht großen Werth. Allein das wahre und richtige Sachverhältniß hat erst die neuere Forschung aufgeklärt. Wenn man früher annahm, daß das Fett wirklich Alles ersetzen und aus demselben sich Blut bilden und Fleisch werden könne; wenn man sonst der Ansicht war, daß das auf-

gespeicherte Fett eine Art Futtersack für Nothfälle wäre und aus diesem Futtersack Alles, was der Körper braucht, entnommen werden könne, so hat die neuere Wissenschaft dies als Irrthum nachgewiesen und gezeigt, daß das Fett dies unmöglich leisten kann, weil seine Bestandtheile gar nicht so beschaffen sind, daß sie wirklich Fleischstoff oder Blut vollkommen bilden können. Dem Fett fehlt hierzu ein Hauptbestandtheil, und das ist, wie wir sehen werden, der Stickstoff

Worin aber besteht die wichtige Rolle des Fettes nach den neuesten Forschungen?

Um dies einzusehen, müssen wir die zweite Gattung der Nahrungsstoffe kennen lernen, und das wollen wir im nächsten Abschnitt darzulegen versuchen.

VIII. Die zweite Art Speise.

Wir haben es im vorletzten Abschnitt dargelegt, wie man Speisen zu sich nehmen muß, um Blut zu bilden, diese Flüssigkeit, aus welcher sich der Leib aufbaut.

Es giebt aber noch eine zweite Art von Speise, die man genießen muß, welche benutzt wird, um athmen und arbeiten zu können.

Der Stoff, woraus der Leib sich materiell aufbaut, wird dem Körper durch die blutbildende Nahrung zugeführt; aber um eben Blut zu bilden, um aus Speisen der verschiedensten Art nur diese eine Flüssigkeit, das

Blut, zu fabriziren, und um aus dem Blut leiblichen Körper aufzubauen und alten, verbrauchten Stoff davon zu führen, zu all dem muß, wie sich's von selbst versteht, eine stete Anregung vorhanden sein, welche die ganze Maschinerie in fortwährendem Gange hält. Und diese Anregung eben geschieht durch das Athmen, in Verbindung mit dem Umlauf des Blutes.

Der menschliche Körper gleicht gewissermaßen in dieser Beziehung einer gewöhnlichen, von Dampfkraft getriebenen Fabrik. In diese Fabrik wird Roh-Material eingebracht, um daraus das Fabrikat zu erzeugen; aber zugleich muß die Kraft, welche das ganze Räderwerk der Fabrik in Betrieb setzt, muß der Dampf erzeugt und unterhalten werden, und um diesen Dampf zu erzeugen, muß man der Maschine viel Material liefern, woraus nichts weiter fabrizirt wird. Die Kohlen und das Wasser, welche die Dampfmaschine für sich in Anspruch nimmt, haben eigentlich mit der Fabrik selber nichts zu thun. Sie sind nur das Material, durch welches die Thätigkeit der Fabrik angeregt wird, und wenn sie geleistet haben, was sie sollen, so ziehen die Kohle und der Dampf wieder durch den Schornstein davon. Die Fabrik verbraucht nicht den Stoff des Brenn- und Dampf-Materials, sondern hat nur die durch dieselbe hervorgebrachte Kraft benutzt, um ihr eigenes Rohmaterial zu verarbeiten.

Aehnlich wie in dieser Fabrik geht es in der innern Fabrik des menschlichen Leibes zu.

Durch das Athmen wird die Körperwärme erzeugt

und dem Körper zugleich die chemische Anregung zu seinem Stoffwechsel gegeben. Beim Einathmen nimmt man Sauerstoff in die Lungen auf; hier geht der Sauerstoff in's Blut über und strömt mit dem Blut zum Herzen, und wird vom Herzschlag durch alle Adern des Körpers bis in die feinsten Fäserchen desselben getrieben. In all den kleinsten Theilen des Körpers giebt das Blut nun den Sauerstoff ab und nimmt verbrauchten Körperstoff, Kohlensäure in sich auf. Nun geht das Blut wieder durch besondere Adern zurück in's Herz und wird von hier in die Lungen getrieben, woselbst beim Ausathmen die Kohlensäure aus dem Körper ausgeschieden wird.

Durch diesen chemischen Vorgang wird beim Athmen sowohl Wärme erzeugt, wie auch beim Umlauf des Blutes und seiner Abgabe frischen Stoffes und Aufnahme des verbrauchten Stoffes der chemische Prozeß im Körper unterhalten. Das Athmen ist also gewissermaßen nur der Heiz-Apparat und die Anregung der inneren Fabrik zu ihrer Thätigkeit.

Ganz aber so, wie der Heiz- und Dampf-Apparat einer gewöhnlichen Fabrik sein Brennmaterial und seinen Wasserbestand erhalten muß, um wirken zu können, ganz so ist es in der Fabrik des menschlichen Körpers der Fall.

Außer den Speisen, welche man genießen muß, um leiblichen Stoff daraus zu bilden, muß man noch Speisen zu sich nehmen, um das Athmen und Arbeiten möglich zu machen.

Beim jedesmaligen Ausathmen geht eine Portion

Kohlensäure aus dem Körper, mit jedem Athem wird auch Wasser aus den Lungen entfernt. Die Bestandtheile des Wassers sammt der Kohlensäure, die also fort und fort ununterbrochen aus Mund oder Nase strömen, sind ein bedeutender Verlust, den der Körper erleidet. Hierzu kommt noch die Ausdünstung der Haut, die gleichfalls in Summa sehr bedeutend ist und dem Körper ansehnliche Massen seines Stoffes entzieht. Dieser Mangel muß Ersatz finden, und deshalb muß ein Theil der Speisen, die wir genießen, die Stoffe enthalten, die die Athmung möglich machen.

Wir werden nunmehr sehen, wie gewisse Speisen wirklich vorzugsweise die Athmung befördern, während andere leiblichen Stoff bilden, wie man also die Nahrung eintheilen kann in blutbildende und athembildende Speisen, und erst wenn wir dies werden deutlich gemacht haben, werden wir im Stande sein zu zeigen, wie wichtig die Rolle ist, die das Fett hierbei spielt, und wie dies einerseits umumgänglich nothwendig ist, um die Athmung zu erhalten, und andererseits ein Schutzmittel ist, damit nicht Schweiß und Athem an unserm Fleisch und Blut zehren.

IX. Von den chemischen Bestandtheilen der Nahrung.

Die Nahrungsstoffe, die zur Bildung von Blut und Körpermasse dienen, unterscheiden sich von den Nahrungsstoffen, die vorzugsweise zur Unterhaltung des Athmens nöthig sind, schon dadurch, daß ihre chemische Zusammensetzung eine verschiedene ist.

Eine Speise, die zur Athmung dient, braucht chemisch nur aus drei Urstoffen zu bestehen, aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff; eine Speise jedoch, die Blut bilden und aus der sich der Leib aufbauen soll, muß noch einen vierten chemischen Bestandtheil haben, sie muß außer den genannten Stoffen auch noch Stickstoff enthalten.

Speisen, die keinen Stickstoff enthalten, nennt man daher Athmungsmittel; Speisen, die Stickstoff enthalten: Blut-Bildner.

Der größte Theil der Pflanzenkost besteht nur aus drei Urstoffen, das heißt, sie sind nicht stickstoffhaltig. Fast alle Salate, Gemüse und vorzüglich die Kartoffeln haben keinen, einzelne von ihnen nur äußerst wenig Stickstoff. Sie können daher wohl zur Speise dienen, aber sobald nicht noch andere Speisen nebenbei genossen werden, geht der Körper zu Grunde. Von Pflanzenkost sind hauptsächlich Weizen- und Roggenbrod, Erbsen, Linsen und Bohnen zugleich stickstoffhaltig und deshalb reicht eine Kost dieser Art wohl aus, den Körper zu

erhalten, obschon er hierbei noch keineswegs besonders gut gedeihen wird. — In diesem Sinne kann man sagen, daß die Kartoffel nur eine Speise ist, die vornehmlich den Athem und das Arbeiten unterhalten kann, dagegen Brod, Erbsen u. s. w. schon Blut zu bilden im Stande sind.

Vorzüglich aber ist und bleibt die thierische Kost, also **Fleisch**, sei es von Land- oder Wasserthieren, die wichtigste Quelle stickstoffhaltiger Nahrung; so daß man sagen kann, daß der Genuß von Fleisch am vorzüglichsten geeignet ist, den Körper mit Blut und Fleisch zu versorgen.

Hiernach läßt es sich leicht einsehen, weshalb man gemischte Kost genießen muß, um sowohl den Verlust zu decken, den der Körper durch Athmen, wie durch die Rückbildung leiblichen Stoffes erleidet.

Indem die thierische Kost, also Fleisch, eben so gut Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff enthält, wie die bloße Speise, die zur Athmung nöthig ist, so ist es klar, daß eine bloße Fleischkost eigentlich allein ausreicht, um den Körper vollkommen zu erhalten; allein zum wirklichen Wohlbefinden des Körpers gehört eine zu starke Portion Athmungsspeise, als daß sie mit günstigem Erfolge aus dem Fleisch allein gewonnen werden könnte, und deshalb ist der Trieb zur Pflanzenspeise groß genug, selbst denjenigen nothwendig zu werden, die sonst im Stande wären, ihren Leib durch reine Fleischspeise zu ernähren.

Es ist nämlich eine längst ausgemachte Thatsache,

welche durch Versuche festgestellt worden ist, daß in vierundzwanzig Stunden im Ausathmen beinahe eben so viele Stoffe aus dem Körper entfernt werden, als auf anderem Wege. Wir athmen Kohlensäure aus, und diese Luftart ist, wenn sie aus den Lungen kommt, mit Wasser vollkommen durchfeuchtet. Darum beläuft auch eine kalte Scheibe mit feinen Wassertröpfchen, wenn man sie anhaucht. Wenn im Winter die Fenster, wie man zu sagen pflegt, schwitzen, so rührt das Wasser, das oft so beträchtlich ist, nur aus den Lungen und den Hautausdünstungen der Menschen her, die sich in der Stube befinden. Durch Versuche ist festgestellt, daß ein Mensch in einem Tage nahe an ein Pfund, also fast ein halbes Quart Wasser ausathmet. Da aber Wasser aus Sauerstoff und Wasserstoff besteht, und das ausgeathmete Wasser zwar aus der Lunge kommt, aber doch vom Blute herrührt, welches das Herz in die Lunge sendet, so läßt sich einsehen, wie dem Körper zum Athmen stets Wasserstoff, Sauerstoff und Kohlenstoff in Form von Speisen und Getränken zugeführt werden müssen.

Und in diesem Haushalt der Natur spielt eben das Fett eine so wichtige Rolle.

Das Fett besteht aus diesen drei Stoffen, aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff. Der menschliche Körper, oder richtiger, die lebenskräftige chemische Fabrik des Körpers versteht es auch, aus allen Speisen, welche diese drei Bestandtheile enthalten, Fett zu bilden. Man braucht nur zu beobachten, wie Gänse, die nur mit Mehlspeise genudelt werden, an Fett zunehmen, um

einzusehen, daß die Bestandtheile des Mehls sich in Fett umwandeln.

Fett ist also seinen Bestandtheilen nach so zusammengesetzt, wie eine reine Athmungsspeise. Genießt man nun reichliche Nahrung, um Blut zu bilden und nimmt noch außerdem in Speisen und Getränken mehr Athmungs-Nahrung in sich auf, als man zur Zeit beim Athmen verbraucht, so setzt sich im Körper Fett ab als eine Masse, die augenblicklich nicht verbraucht wird, aber wie wir sehen werden, vortreffliche Dienste leistet, sobald äußere oder innere Umstände es herbeiführen, daß man aus dem Körper mehr ausgeben muß, als man einnimmt.

X. Die Rolle des Fettes.

Wir haben gezeigt, daß es zwei Arten von Nahrungsmittel giebt und daß zwei verschiedene Zwecke von ihnen erreicht werden. Es giebt stickstofflose Speisen, die zum Athmen, und stickstoffhaltige Speisen, die zur Blutbildung nöthig sind. — Allein man würde sehr irren, wollte man annehmen, daß diese zwei Arten Speise und die zwei verschiedenen Zwecke wirklich in der Natur so gesondert sind, wie wir sie wissenschaftlich sondern.

Man darf sich nicht vorstellen, als ob Jemand, der zum Frühstück ein Beefsteak mit Bratkartoffeln zu

sich nimmt, eine gesonderte Kasse im Leibe hat, die dafür sorgt, daß das Fleisch für die Blutbildung und die Kartoffeln für die Athmung verwendet werden. Wir haben nur Einen Magen und Einen Darm und nur Eine Gesammtkasse für das Blut. Es kommt gewissermaßen bei uns Alles in Einen Topf, und wir haben für unsere doppelte Buchhaltung nur Einen Kassirer, sowohl für Einnahme, wie für Ausgabe. — Obenein darf man nicht außer Acht lassen, daß die Speisen, welche Stickstoff enthalten, auch nebenbei jene drei Stoffe in sich haben, welche die stickstofflosen besitzen, daß sie also Kohlenstoff und Wasserstoff und Sauerstoff zum Athmen abgeben müssen.

Aber ganz in demselben Maße, wie z. B. Fleischspeise, Eier, und überhaupt stickstoffhaltige Nahrung die drei Stoffe ihrer Bestandtheile, die sie mit reiner Athemspeise gemein haben, zum Athmen hergeben, ebenso macht das Blut schwerlich einen Unterschied in seinem Gehalt von Sauerstoff, Wasser- und Kohlenstoff, und bezieht diesen, wenn es etwas davon braucht, aus einer reinen Athem-Speise, z. B. aus Zucker oder reinem Stärkemehl.

Mit Einem Worte: die innere Fabrik im Menschen bezieht zwar ihren Bedarf aus beiden Speise-Arten und wirft nach der Benutzung derselben beide in gesonderten Formen fort, aber während des Verbrauches macht sie keinen Unterschied zwischen ihnen, und nimmt das ihr Zusagende von dort, wo es ihr am ehesten geboten ist,

und ersetzt den Mangel der einen, so gut es geht, durch die andere Speise.

Gerade dieser Umstand aber ist es, der dem Fett die ungeheuere Bedeutung giebt.

Fett ist eigentlich, streng genommen, nur ein Vorrath der Athemspeise; denn Fett besteht nur aus den drei Stoffen: Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Wer Fett im Körper angesammelt hat, der kann zur Noth eine Krankheit und eine mäßige Hungersnoth überstehen. Das Fett wird sich freilich verlieren, aber es wird seine Bestandtheile nach und nach dem Blut geben und so den Athem unterhalten, ohne dem Blut wesentliche Verluste durch das Athmen zuzuziehen. Wer aber kein Fett im Körper hat, der ist trotzdem genöthigt, so lange er lebt, zu athmen, er mag nun viel oder wenig essen; ist er nun in einer Lage, wo er keine Nahrung zu sich nehmen kann, so athmet er Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff aus dem Blute weg; das heißt, er zehrt mit seinem Athem an seinem Fleisch und Blut. Da aber der Mensch schon stirbt, wenn er kaum die Hälfte seines Blutes und Fleisches verloren hat, so stirbt der Verhungernde im vollen Sinne des Wortes durch seinen eigenen Athem.

Es wird nunmehr Jedem verständlich sein, wenn wir sagen: Fett ist an sich ein Gebilde, das dem Körper in geringem Maße nothwendig ist, und namentlich, wie wir in den vorhergehenden Artikeln gesehen haben, für einzelne Organe des Körpers. So lange der Mensch bei gesundem Leibe, gutem Appetit und im Stande ist,

stets Nahrung zu erhalten, ist ein Ueberschuß von Fett weiter nicht nöthig; deshalb sind auch magere Menschen keineswegs kränker oder schlimmer daran, als fette. Aber sobald eine bedeutende Störung eintritt, sei es, daß sie durch Krankheit, sei es, daß sie durch äußere Zufälle veranlaßt ist und der Mensch keine Nahrung zu sich nehmen darf oder kann, so ist Fett-Vorrath ein unschätzbarer Artikel im Leibe, denn es bildet dann einen Schutz für das Fleisch und Blut und opfert sich hin und giebt sich aus, ohne daß der Athem nöthig hat, an dem weniger zu missenden Fleisch und Blut zu zehren.

Der genaue Zusammenhang des Fettes mit Athem und Arbeit giebt sich auch im gewöhnlichen Leben kund. Muß man viel athmen und arbeiten, so wird man nicht fett; lebt man so, daß Athem und Arbeit mäßig sind, so setzt der Körper schon bei mäßiger Nahrung Fett an. Thiere und Menschen, die sich viel bewegen, athmen viel und werden nicht fett. Menschen, die ein gemächliches Leben führen, sich nicht viel anstrengen, werden stark und fett; denn sie athmen und arbeiten nicht so viel, wie bei Anstrengungen. Thiere, die man fett haben will, sperrt man bei der Mastung ein, so daß sie sich wenig bewegen können. Sie athmen wenig und dünsten durch die Haut noch weniger aus, folglich setzt sich der Ueberschuß der Athemspeise in Form von Fett in ihrem Körper an.

XI. Soll man Fett essen?

Wenn man die Bedeutung des Fettes im menschlichen Körper in Erwägung zieht, so wird man leicht zu dem Glauben veranlaßt, daß es der Gesundheit förderlich sei und zur Vermehrung des Fettes beitrage, wenn man viele fette Speisen genießt.

Das aber hat sich als Irrthum sowohl durch die Erfahrung, wie durch wissenschaftliche Forschungen herausgestellt.

Fett, fertiges Fett, sowohl thierisches wie Pflanzenfett, ist für den Magen unverdaulich, und nur ganz besondere Arten desselben, die besonders mit fremden Stoffen versehen sind, haben nicht nur keine schädliche, sondern auch eine medizinisch-wohlthätige Wirkung. Zu dieser Gattung, die eine Ausnahme von der Regel macht, gehört der Leberthran, der bei Kindern als Medizin angewendet wird. Freilich ist im Leberthran noch ein Stoff enthalten, das Jod, welchem man die wohlthätige Wirkung dieses Thranes zuschreibt; indessen ist diese Annahme keineswegs sicher, und jedenfalls haben wir einen Fall vor uns, wo der Genuß von Fett mindestens nicht schädlich wirkt.

Gleichwohl ist es eine unbestreitbare Thatsache, daß andere Arten von Fett, selbst wenn sie nicht allein, sondern mit andern Speisen zugleich genossen werden, die Verdauung erschweren. Der Grund hiervon ist auch leicht anzugeben. Die Verdauung im Magen

sowohl, wie im Darm wird nicht durch eine Art von Zerreiben der genossenen Speise hervorgebracht, wie man sonst glaubte, sondern von einer Flüssigkeit, welche die Wände des Magens, wie des Darmes ergießen, ähnlich wie der Speichel im Munde. Diese Flüssigkeit hat die Eigenschaft, daß sie selbst harte Brotrinden und sogar zerkaute Knochen auflöst. Allein hierzu gehört, daß die Flüssigkeit unmittelbar in die Speisen eindringe; da aber Fett die Eigenschaft hat, jeden Bissen mit einem Fetthäutchen zu umhüllen, und besonders die Magen-Flüssigkeit nicht im Stande ist, das Fett zu durchdringen, so erschwert dasselbe die Verdauung im höchsten Grade.

Erst der im Darm sich absondernde verdauende Saft, den man Bauchspeichel nennt, erst dieser hat die Eigenschaft, Fett aufzulösen, und es also als Nahrung in's Blut zu bringen.

Der Genuß von viel fertigem Fett ist also an sich nicht rathsam; es ist aber auch, selbst wenn es den Magen passirt hat, von keinem Nutzen im Körper. Versuche, die man an Thieren mit Fett-Fütterung gemacht hat, haben ergeben, daß das fremde, in den Körper eingeführte Fett keine Fett-Ablagerung im Körper veranlaßt, sondern daß es vom Körper wiederum ausgestoßen wird, ohne in den Kreislauf überzugehen.

Der Körper fabrizirt sich das Fett, das er braucht und ansetzt, selber, und zwar aus den Speisestoffen, die gleiche chemische Bestandtheile mit dem Fett haben.

Hierzu gehören die meisten Pflanzen, die Stärkemehl oder Zucker enthalten, was beispielsweise im Brod, den Kartoffeln und Mohrrüben der Fall ist. Das Fett eigener Fabrik ist es, welches die von uns aufgeführte wichtige Rolle spielt, und dies deutet schon darauf hin, daß nicht die bloße Anwesenheit, sondern auch die Bildung des Fettes ein nothwendiges Gesetz des thierischen Lebens ist.

Es ist etwas ganz Eigenthümliches mit dem Fett der Speisen und dem Fett des Leibes. Das fertige Fett, das man ißt, setzt sich nicht als Fett im Körper an, sondern der Körper produzirt sich hierzu in eigener Fabrik sein Fett aus nicht fetthaltigen Speisen und Getränken. Hiernach sollte man glauben, daß es ganz unnütz sei, überhaupt Fett zu genießen, zumal es im Magen nicht verdaut wird; aber das ist ein Irrthum. Schon der Umstand, daß die Muttermilch, diese natürlichste aller Speisen, fertiges Fett enthält, darf uns als Beweis gelten, daß es nothwendig sei, etwas fertiges Fett zu genießen. Die umständlichsten Versuche haben aber auch dies bestätigt, und es steht jetzt wissenschaftlich fest, daß die Fabrik im Innern des Körpers nicht im Stande ist, Fett zu produziren, wenn sie hierzu in den Speisen nicht ein wenig fertiges Fett mit bekommt.

Das Bedürfniß, unsere Gemüse mit irgend einem Fett zu schmelzen, unser Brod mit Butter zu bestreichen, die Kartoffeln mit Fett zu genießen, die Erbsen mit etwas Speck zu verzehren und dergleichen in jedem

Hausstand bekannte Thatsachen, haben ihren sehr richtigen Grund. — Fett an sich ist unverdaulich; aber ein wenig Fett muß zu anderen Speisen mitgenossen werden, denn nur wenn dies geschieht, vermag der Körper sich sein nöthiges Fett aus den Speisen zu fabriziren.

Es geht dem Körper mit dem Fett ähnlich wie dem Brauer mit der Hefe. Die Hefe bildet sich aus den Bestandtheilen des Bieres; aber es geschieht nur dann, wenn der Brauer ein wenig fertige Hefe in's Bier gethan und so die Anregung zur Hefenbildung gegeben hat. — Es scheint, als ob eine gleiche Anregung zur Fettbildung durch einen Genuß von fertigem Fett durchaus nothwendig ist.

XII. Schlußbemerkungen.

Obwohl wir in einer ganzen Reihe von Artikeln von dem Nutzen des Fettes im menschlichen Körper gesprochen haben, müssen wir doch diese unsere Schlußbetrachtung mit dem Geständniß eröffnen, daß so eigentlich die Wissenschaft über die wahre Rolle, die das Fett im Körper spielt, noch nicht völlig aufgeklärt ist.

Wir haben es schon einmal ausgesprochen, daß es ein Irrthum ist, das Dasein irgend eines Gebildes der Natur durch den Nutzen erklären zu wollen, den es anderen Gebilden gewährt. Die Natur schafft nicht ein Ding blos zu dem Zweck, einem anderen Dinge nützlich zu sein. Alles, was die Natur schafft, hat neben dem

Nutzen, den es dem Ganzen gewährt, auch, oder richtiger hauptsächlich, seinen Selbstzweck. Daß es mit dem Fett ebenso der Fall ist, darauf deuten viele Zeichen hin, obgleich es noch nicht gelungen ist, den Selbstzweck des Fettes, sein nothwendiges Entstehen, seine Wirksamkeit in der Bildung des leiblichen Gewebes und seinen Einfluß und seine Verwandlungen mit Sicherheit aus diesen vereinzelten Zeichen zu deuten.

Das Fett findet sich in den verschiedenen nährenden Flüssigkeiten des Körpers in sehr verschiedenen Portionen beigemischt. Im Speisebrei, während dieser noch im Magen ist, spielt das mitgenossene Fett, wie bereits angegeben, nur in kleinen Portionen eine wohlthätige Rolle; in größeren Portionen wirkt es schon störend auf die Verdauung.

Anders ist die Portion des Fettes in dem noch weiter ausgebildeten Brei, der im Darm entsteht. Die Saugadern des Darmes, die in einen vereinigten Kanal den Speisesaft zu den Blutgefäßen leiten, sind oft strotzend von Fett. Im Blut ist das Fett hauptsächlich in den Blutkügelchen abgelagert. — Im Gehirn ist zwar kein abgelagertes freies Fett; aber es sind nicht weniger als fünf verschiedene Arten von Fettverbindungen in demselben enthalten. — Die Nerven sind derart mit Fett gefüllt, daß sie hohle Röhren bilden, wenn man aus ihnen das Fett durch Aether und Alkohol auswäscht.

All' das ist nicht zufällig, sondern deutet ganz unzweifelhaft darauf hin, daß das Fett hier in dem

inneren Leben, in dem Umbilden, in dem Schaffen und Rückbilden des Körpers eine noch nicht erkannte Rolle spielt. Unser Gehirn enthält Phosphor, und man hat dem Phosphor die Ehre angethan, ihn einen wesentlichen Bestandtheil unserer geistigen Thätigkeit, also unseres Denkens, zu nennen. Warum man dem Fett diese Ehre versagen soll, das in größerer Masse und mannigfaltigerer Gestalt im Gehirn vorkommt, wissen wir nicht. Das Leuchten des Phosphors im Dunkeln mag wohl etwas Aehnliches mit dem Aufleuchten der Gedanken haben; aber wenn es einmal auf's Leuchten der Gedanken ankommt, so leuchtet gewiß das Fett, oder richtiger die Gasbestandtheile desselben, besser und heller als Phosphor. — Sei dem aber wie ihm wolle, es ist — ernst betrachtet — das Fett in seiner wesentlichen Rolle noch nicht erkannt.

Die Grundform aller Bestandtheile des lebenden Körpers ist nach den neuesten Forschungen die Zelle. Sowie in der leblosen Natur jede Umwandlung flüssiger Masse in feste durch Bildung von Krystallen geschieht, so geschieht das Festwerden in der lebendigen Natur stets durch Bildung von Zellen. Welchen Antheil aber hat das Fett bei dieser Bildung? Auch diese Frage wird die Wissenschaft erst nach festgesetzten Studien zu beantworten wissen; interessant ist hierbei die Entdeckung des Sanitätsrathes Ascherson in Berlin, der zuerst nachwies, wie ein Fetttröpfchen, in eine Eiweiß-Lösung gebracht, sofort eine Verdichtung des Eiweißes rings herum hervorbringt. — Vergleicht man hiermit die

reichere Anwesenheit des Fettes bei fast aller Körnchen- und Zellen-Bildung des Blutes, so liegt die Vermuthung nahe, daß das Fett kein müßiger Zuschauer bei der Bildung der festen Theile des Körpers ist.

So scheiden wir denn von diesem Thema mit dem Bekenntniß, daß die eigentliche, die lebensthätige Rolle des Fettes noch unerkannt ist; aber wir hoffen, daß trotzdem der von uns angeführte und also bereits bekannte vielfache Nutzen des Fettes hinreichen wird, es zu rechtfertigen, daß wir in diesen Betrachtungen die Wichtigkeit desselben unseren Lesern vorgeführt haben.

Druck von Franz Duncker's Buchdruckerei in Berlin.

Naturwissenschaftliche

Volksbücher.

Von

A. Bernstein.

Wohlfeile Gesammt-Ausgabe.

Zehnter Band.

Dritte
vielfach verbesserte und vermehrte Auflage.

Dritter, unveränderter Abdruck.

Berlin.
Verlag von Franz Duncker.
1870.

Inhaltsverzeichniß.

Seite

Vom Leben der Pflanzen, der Thiere und der Menschen. I.

I. Das Leben in seinen verschiedenen Arten.

Alles, was von Seinesgleichen gezeugt und geboren wird; Alles was während seines Daseins fremde Stoffe in sich aufnimmt und dadurch wächst; Alles, was verbrauchte Stoffe von sich ausscheidet und so die Stoffe wechselt; Alles, was in seinem Wachsthum die höchste Stufe erreicht und nun Seinesgleichen zeugt und gebärt; Alles, was nach dieser Zeit seines höchsten Wachsthums wieder zu verkümmern anfängt, bis es dann wieder vergeht: Alles dies lebt; das heißt: alle Dinge in der Welt, die diese genannten Zustände an sich beobachten lassen, von diesen sagt man mit Recht, daß sie leben.

Eine Pflanze lebt. Sie ist von der Mutterpflanze, also von Ihresgleichen in der Zeit der Blüthe gezeugt worden. Eine Pflanze lebt, denn sie ist zur Keimzeit des Samens geboren worden. Eine Pflanze lebt, denn

sie wächst, indem sie fortwährend fremde Stoffe aus dem Boden, aus der Luft in sich aufnimmt. Eine Pflanze lebt, denn sie scheidet wieder verbrauchte Stoffe, wie Wasser- und Sauerstoff, von sich aus. Eine Pflanze lebt, denn sie schreitet im Wachsthum vor und beginnt dann zu einer bestimmten Zeit Blüthen zu tragen, diese zu befruchten, reifen zu lassen, damit aus denselben neue Pflanzen sich erzeugen. Eine Pflanze lebt, denn sie beginnt, nachdem sie den höchsten Grad des Wachsthums erreicht hat, wieder zu zerfallen, bis sie endlich ganz und gar vergeht. Eine Pflanze lebt, denn eine Pflanze stirbt.

Man sagt daher mit Recht, daß Zeugung, Geburt, Ernährung, Wachsthum, Stoffwechsel, Vermehrung und Tod die sichersten Merkmale des Lebens sind. Das heißt, alles was lebt, ist gezeugt, geboren worden, ernährt sich, wächst, wechselt den Stoff, vermehrt sich und verkümmert dann und stirbt.

All' diese Merkmale des Lebens finden sich an den Thieren, und nicht minder an dem wundervollsten der Thiere, an dem Menschen. Thiere und Menschen führen daher ein Leben, das dem Leben der Pflanzen in diesen Punkten ganz gleich ist. Aber es tritt bei den Thieren schon etwas zu diesem Pflanzenleben hinzu, und giebt ihm eine höhere Stufe des Daseins. Das Thier hat Empfindung, es hat Sinne, es hat seinen Willen, und es vermag sich nach seinem Willen von Ort zu Ort zu bewegen.

Zum Theil lebt das Thier ganz so wie eine Pflanze,

und zu Zeiten ist sogar das Leben der Menschen nicht höher als das Pflanzenleben, z. B. im Mutterleibe, im Schlafe oder in krankhafter Bewußtlosigkeit. Aber das Thier hat außer diesem Pflanzenleben, das wir noch näher kennen lernen werden, eine höchst wunderbare Eigenschaft, die der Empfindung, welche ihm Kenntniß giebt vom eigenen Dasein. Die Pflanze weiß nicht, daß sie existirt; das Thier weiß dies sehr wohl. Das Thier hat außerdem noch Sinne; es sieht, es hört, es riecht, es schmeckt und fühlt und erhält dadurch Kenntniß von der Welt umher. Die Pflanze weiß von ihrer eigenen Existenz nichts und ebensowenig, ob in der Runde irgend wie und wo eine Welt vorhanden ist. Das Thier weiß durch die Empfindung etwas von sich, und durch die Sinne, durch Hören, Sehen u. s. w. etwas von der Welt.

Hiernächst vermag das Thier das zu wollen, was seiner Empfindung wohl thut und das zu meiden, was seine Empfindung verletzt. Es hat seinen Willen, um zu leben und den Tod zu meiden und Gefahr zu fliehen. Von einer Pflanze sagen wir wohl, daß sie dürstet; aber sie weiß davon ebensowenig etwas, wie von ihrem Wohlbefinden. Sie verschmachtet ohne Schmerz, sie gedeihet ohne Lust. Sie weiß nichts von sich, und nichts von der Außenwelt, und darum würde sich die Pflanze auch nicht einmal von Ort zu Ort bewegen, selbst wenn sie wohleingerichtete Beine hätte, während das Thier die ihm angebornen Werkzeuge der Fortbewegung geziemend benutzt, je nach seiner Empfindung,

der Einwirkung seiner Sinne und der Richtung seines Willens.

Das Thier also lebt zwar wie eine Pflanze; aber es hat zu diesem Pflanzenleben noch die wunderbaren Zugaben, die wir eben angeführt haben. Der Mensch gleicht dem Thiere. Auch er lebt erstens ein Pflanzenleben und hat zweitens all' die Zugaben, die wir beim Thiere finden. Aber er hat außerdem eine Zugabe, die sein Leben auf eine höhere Stufe des Daseins erhebt.

Es ist sehr schwer, für diese Zugabe den richtigen allgemein anerkannten Namen zu finden; denn hierüber haben die Menschen am allermeisten gestritten. Der eine nennt es Seele, der andere Vernunft, und der Dritte will es gar nicht als eine aparte Zugabe betrachten, sondern sieht es nur als einen höhern Grad der Gaben an, welche auch das Thier besitzt. Dieser Streit ist von tiefer Bedeutung; allein für die Naturwissenschaft ist es im Grunde genommen nur der Streit um den Namen eines Dinges, wo man das Wesen des Dinges noch nicht kennt.

Deshalb wollen wir uns auf den Streit um den Namen nicht weiter einlassen, sondern uns lieber das Leben der Pflanze, des Thieres und des Menschen betrachten, wie sie erscheinen, und so weit wie dies in seinem Wesen erkannt ist.

II. Die sogenannte „todte" und „lebende" Natur.

Bevor wir auf die Erscheinungen des Lebens der Pflanze, des Thieres und der Menschen kommen, müssen wir noch einen Blick auf die Natur im Ganzen werfen, die man die „todte Natur" nennt, um zu sehen, in wie weit in dieser etwas Aehnliches wie in der lebenden vorkommt, und wenn dies der Fall ist, um zu versuchen, ob wir die Grenzen und die Unterschiede zwischen todter und lebender Natur etwas näher zu bezeichnen im Stande sind.

Werfen wir den Blick auf das Weltall, so sehen wir Millionen von Sternen, Millionen von Sonnen, von Welten, die scheinbar in Ruhe an ihrem Orte verharren. Die fortgeschrittene Wissenschaft hat aber gelehrt, daß jeder dieser Sterne sich im Raum bewege und seinen Ort verändere. Da auch unsere Erde sich bewegt, so finden wir, daß die Bewegung das allgemeinste Gesetz der Natur ist; und dies allein dient schon als Merkmal, daß die ganze Natur keineswegs todt ist.

Gleichviel, woher diese Bewegung stammt; wir sehen, daß sie vorhanden ist und dürfen vermuthen, daß kein Ding im großen unendlichen Weltall existirt, welches ihrem Gesetz nicht unterworfen ist. Neben diesem Gesetz der Bewegung, dessen Ursprung unbekannt ist, sehen wir die Himmelskörper Licht ausstrahlen in

den unendlichen Weltraum, und obwohl man die Natur des Lichtes ebenfalls nicht genau kennt, so ist es doch keinem Zweifel unterworfen, daß durch dasselbe eine Einwirkung des eines Sternes auf den andern nicht ausbleiben kann. Daß das Sonnenlicht auf die Erde wirkt, daß es Wärme auf derselben erzeugt, wie es Veränderungen hervorruft, chemische Stoffe zersetzt und chemische Verbindungen zu Wege bringt, das ist zum Theil bekannt, zum Theil in neuester Zeit erst Gegenstand näherer Forschung. Daß das Licht jedes Sternes in ähnlicher Weise auf alle übrigen so wirke, ist eine vollkommen begründete Annahme. Diese gegenseitige Einwirkung der Gestirne auf einander aber ist wiederum kein Zeichen des Todes, sondern setzt eine wirkende Thätigkeit voraus, die zum Wesen der ganzen Natur gehört.

Neben dieser ausstrahlenden Wirksamkeit des Lichtes hat uns aber die Naturforschung noch eine Wirksamkeit der Anziehung gelehrt, die von Gestirn zu Gestirn thätig ist; und die gründlichsten Untersuchungen zeigen, daß die Anziehung eine Kraft ist, die allen Dingen, den kleinsten und den größten, je nach ihrer Masse zukommt. Das Licht geht von den Körpern aus nach allen Richtungen des Weltraumes hin; die Anziehung wirkt umgekehrt als eine Kraft, welche von allen Richtungen des Weltraumes nach dem Körper hin thätig ist. Die Gesetze der Anziehungskraft gelten auf dem Erdenrund und genau in derselben Weise in den unendlichen Räumen, wo Doppelsterne, zwei Sonnen sich um

einander bewegen, die so entfernt von uns sind, daß sie für unser Auge wie ein einziger Stern erscheinen, obwohl sie viele viele Millionen Meilen von einander abstehen. — Die Anziehung also ist wiederum eine eigene Kraft, die allen Dingen im Weltraum zukommt, und die wiederum eine Thätigkeit zeigt, die dem Begriff des Todes nicht entspricht.

Ob Elektrizität, ob Magnetismus ähnlich von Welten zu Welten wirken, ist für den jetzigen Stand der Naturwissenschaft nur ein Gegenstand bloßer Vermuthung; aber sehen wir auch hiervon ab, so finden wir, daß die drei sichern Thatsachen, die eigene Bewegung durch den Raum, die Ausstrahlung des Lichtes und die Kraft der Anziehung hinreichend sind, um die Natur im Ganzen und Allgemeinen als thätig und die einzelnen Himmelskörper als gegenseitig auf einander einwirkend zu bezeichnen; und wenn wir nicht annehmen können, daß dies zufällig, willkürlich, planlos ist — wenn sich im Gegentheil hier Gesetzlichkeit, bestimmte Gemessenheit und Ordnung offenbart, die sogar theilweise schon wissenschaftlich ergründet ist, so muß man auch zugeben, daß eigene Thätigkeit und gegenseitige Wirksamkeit und Gesetzlichkeit zum Wesen der ganzen Natur gehören, und ist dem so, so muß man den Gedanken aufgeben, daß die Natur überhaupt eine todte sei.

Wenden wir uns von den Himmelsräumen zurück zur Erde und sehen wir hier was die Naturforschung unzweifelhaft zeigt, wie dieser unser Wohnsitz selber eine

Geschichte der Entwickelung besitzt; wie er sich nach und nach umgestaltet hat; beobachten wir, wie er fortwährend in Bewegung um die Sonne, in Umdrehung um die eigene Axe ist, — wie die Luft, die ihn umgiebt, in ewigen eigenen Bewegungen begriffen, — die Gewässer über- und unterirdisch fortwährend strömend, fortwährend verdunstend sind, — wie Gebirge entstehen und vergehen, — wie Felsen selbst in Wanderungen und das All in Wandelungen begriffen ist — beobachten wir, wie Pflanzen, Thiere und Menschen nimmer leben würden ohne diese Thätigkeit der Erde; sehen wir, — was die Wissenschaft ganz unzweifelhaft gemacht — daß die Geschichte der Entwickelung der Erde, die Geschichte der Entwickelung der Pflanzen-, Thier- und Menschenwelt in ihrem Bestehen bedingt, — so werden wir darauf geführt, die Thätigkeit der Erde selber als eine Lebensthätigkeit zu bezeichnen, und den Ausspruch zu thun: daß Pflanzen-, Thier- und Menschenleben, obwohl sie ganz anders zur Erscheinung kommen, doch im innigsten Einklang mit dem Erdleben selber stehen.

III. Wenn wir die Erde mit Einem Blick überschauen.

Was wir vom innigen Zusammenhang des Erdlebens im Ganzen und des Lebens der Pflanzen, der

Thiere und der Menschen gesagt haben, würde sich Jedem viel deutlicher zeigen, wenn wir im Stande wären, die ganze Erde mit Einem Blicke übersichtlich vor unsern Augen hinzustellen, und wenn es uns hierbei noch gelingen wollte, zugleich mit der Oberfläche auch das Innere der Erde sammt allen bekannten Kräften, die in und auf ihr thätig sind, zu durchschauen.

In solchem Falle würden wir vor unsern Augen eine Kugel sich bewegen sehen durch den Raum, ohne daß sie von Außen dazu angetrieben ist. Wir würden zugleich eine Umdrehung derselben um ihre Axe wahrnehmen, deren Ursache eben so wenig bekannt ist. Im Innern würden wir das Dasein eines hohen Grades von Wärme gewahren, deren Grund gleichfalls nicht von Außen herrührt. Setzen wir den Fall, man könnte auch den Strom von Elektrizität sehen, der, wie die Wissenschaft nachgewiesen hat, um die Erde kreist, und ferner auch die Ausströmungen wahrnehmen, welche uns die Magnetnadel und die Nordlichter bezeugen. Und wenn wir hierzu noch mit einem Blicke übersehen könnten, wie die Wärme an der Oberfläche der Erde wirkt, da wo das Licht der Sonne auffällt; wie hierzu die eigene Anziehungskraft der Erde kommt, die Alles nach dem Mittelpunkt der Erde hinzieht. Wenn wir ferner mit Einem Blicke überschauen könnten, wie Gewässer sich tropfbar bilden und wieder verdampfend in die Luft steigen, wie über der Erde Ströme dahinfließen und unter der Erdoberfläche gleich Adern die Kugel durchziehen. Und wenn wir

endlich die ewigen Züge der Luft von den Polen nach dem Aequator und aufsteigend von dem Aequator im Kreislauf zurück nach den Polen zu sehen vermöchten. — Gesetzt, sagen wir, wir wären im Stande, all' das mit Einem Blick zu sehen, und die Erde in ihrer Thätigkeit zu belauschen, gesetzt, wir würden dieses unausgesetzte Wirken der Erde vor uns haben, zu dem nur das Licht der Sonne das einzige ist, das wirklich von außen her zur Erde kommt, während alle übrigen Anregungen und Thätigkeiten ihren Sitz in und an der Erde haben, gesetzt, sagen wir, es läge all' dies so offen vor dem Blick des beobachtenden Menschen, wie es ganz unzweifelhaft vor dem Forschergeist der Wissenschaft liegt, — so würden wir sicherlich die Erde nicht als eine todte Masse auffassen, und jeden Gedanken zurückweisen, der ihre ewige Thätigkeit wie eine zufällige, blos von außen her angeregte betrachten wollte.

Würden wir nun auf einer solchen übersichtlich vor uns schwebenden Erdkugel äußerst geringfügige kleine Theilchen an der Oberfläche entdecken, die wie die Pflanzen innerhalb dieser Thätigkeit der Erde entstehen und vergehen, würden wir selbst die Thierwelt, ja sogar auch die Menschenwelt inmitten dieser Thätigkeit der Erde auflebend und absterbend in Geschlechtern erblicken. Würden wir hierzu noch wahrnehmen, daß diese thätige Erde, was wissenschaftlich festgestellt ist, eine Geschichte der Entwickelung besitzt, und mit dieser Entwickelung auch die Pflanzenwelt und die Thierwelt sich verändert

hat, und die Menschenwelt erst im Verlauf der Erdentwickelung entstanden ist. — Wenn wir all' dieses, sagen wir, vor unserm Auge sehen könnten, was vor dem Auge der Wissenschaft jetzt schon unzweifelhaft daliegt, so würden wir weit inniger überzeugt sein, daß das Pflanzenleben, Thierleben und Menschenleben eins ist mit dem Erdleben, oder mindestens doch nur im innigsten Zusammenhang mit diesem Erdleben erforscht werden könne! —

Freilich ist es nicht so, wie wir hier vorausgesetzt. Pflanzen und Thiere übersehen wir mit Einem Blick, von der Erde aber sehen wir nur den kleinsten Bruchtheil. Die Geschichte einer Pflanze währt oft nur wenige Tage, die Geschichte mancher Thiere oft nur wenige Stunden, während die Geschichte der Erde nach Jahrmillionen gezählt sein will. Die geheimen Kräfte, die in einer Pflanze wirken, drängen sich als Räthsel der Wissenschaft unserm Auge auf; die geheimen Kräfte, die im Erdleben noch thätig sind, und namentlich im Innern der Erde, entziehen sich und ihr Wirken unserm Blicke und unserer Erkenntniß. Daher kommt es, daß wir früher die Unterschiede kennen lernen, die zwischen dem Pflanzen-, Thier- und Menschenleben einerseits und dem Erdleben andererseits herrschen, als wir den Zusammenhang derselben ahnen.

Daher kommt es aber auch, daß die Wissenschaft nur äußerst schwache Fäden auffinden kann, um den Zusammenhang zu zeigen, dagegen sehr gründlich den

Nachweis zu führen vermag, inwieweit sich die sogenannte lebende Natur von der sogenannten todten unterscheidet.

Indem wir nun in einer Reihe von Abschnitten das Leben der Pflanze, des Thieres und des Menschen genauer betrachten werden, hoffen wir, daß unsere Leser es uns verzeihen, wenn wir die schwachen Fäden des Zusammenhanges vorerst zeigen, um dann auf den festern Boden der Unterschiede, die zwischen der „todten" und „lebenden" Natur herrschen, übergehen zu können. Leider werden wir vorerst ein klein wenig philosophiren müssen; aber wir werden es kurz machen und dabei stets eingedenk sein, daß die Philosophie gerade dort anfängt, wo die Wissenschaft aufhört, oder richtiger: wir Menschen philosophiren immer nur über die Dinge, über welche wir uns in Unwissenheit befinden.

IV. Tod und Leben.

Wenn wir den Zusammenhang des Erdlebens mit dem Leben der Pflanze, des Thieres und ebenso des Menschen betrachten, so drängt sich vor Allem folgende Bemerkung auf:

Die Stoffe, woraus der Körper der Pflanze, des Thieres und auch des Menschen gebaut, ist auch derselbe Stoff, der der Erde angehört.

Man kann eine Pflanze, ein Thier und ebenso den menschlichen Leib auf chemische Weise zerlegen und Jeden überzeugen, daß ihr Baumaterial aus der Erde entnommen ist, wie es der Erde naturgemäß auch wieder zufällt.

Ein Pfund Pflanze oder Thierstoff hat eine gewisse Portion Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff in sich, außerdem findet sich etwas Schwefel, Phosphor, Kalk, Eisen und noch andere im gewöhnlichen Leben weniger bekannte Stoffe vor. Der Chemiker kann aus dem Pfund Pflanze oder Thierstoff all' diese Stoffe wieder herstellen, und nimmt er sie alle zusammen und wiegt sie, so findet sich, daß sie zusammen genau ein Pfund schwer sind, so daß in der lebenden Pflanze, dem lebendigen Thierstoff nichts weiter als diese Stoffe vorhanden waren.

Dem Stoffe nach gehören die Pflanzen wie die Thiere der Erde an, und es kehren auch diese Stoffe wieder nach dem Tod des lebenden Wesens zur Erde zurück.

Da nun die Geschichte der lebenden Wesen erweislich viele Millionen Jahre schon währt und gewährt hat, so kann man den Gedanken fassen, daß aller Sauerstoff, aller Stickstoff, aller Wasserstoff, aller Kohlenstoff u. s. w. schon einmal gelebt hat, wie, daß all' das, was wir jetzt noch als solche Stoffe sehen, einmal leben wird.

Zwar giebt es viele Stoffe in der Erde, die man in Pflanzen und Thieren noch nicht gefunden hat; man

würde also, wenn man diesen Gedanken verfolgt, sagen müssen, daß die Erde aus Stoffen besteht, von denen nur ein Theil lebende Form und Wesen annehmen kann. Indessen ist die Forschung hierüber nicht abgeschlossen. Man fand in neuerer Zeit, daß es Pflanzen giebt, in denen Kupfer ebenso wie Eisen in einem großen Theil unserer Gemüse, z. B. im gewöhnlichen Küchen-Spinat, vorhanden ist. Erst in allerneuester Zeit hat man in iner Pflanzen-Gattung Zink entdeckt. Die Zahl der Stoffe, die nicht in Pflanzen und Thieren vorkommt, schmilzt immer mehr zusammen. Wenn es aber auch unter den fünf und sechszig chemischen Urstoffen noch eine Reihe derselben giebt, die man vergebens im Reiche des Lebens sucht, so müssen wir bedenken, daß wir den Pflanzen-Reichthum der Vorwelt wenig kennen und den der Nachwelt nicht zu ahnen vermögen. Mit dem Thierreich ist dies in noch größerem Maße der Fall. Der Gedanke also, daß alle Stoffe der Erde lebensfähig sind, läßt sich mindestens nicht dadurch widerlegen, daß wir nicht alle Stoffe in den gegenwärtigen lebenden Wesen vorfinden.

Welch' ungeheuere Massen aber, die man zur todten Natur zählt, theils einmal gelebt haben, theils noch wirklich leben, davon geben ungeheuere Kalk- und Kreidegebirge und ganze Länderstrecken von Infusorien-Lagern Zeugniß.

Die Kalk- und Kreidegebirge, die sich meilenweit über die Erde erstrecken, sind nach den sichersten Forschungen der neuern Zeit nichts als eine Ansamm-

lung äußerst feiner, kleiner Muscheln und Schalen von Thierchen, die einst gelebt haben. Wie die weichen Schnecken, wenn sie sterben und verwesen, ihr Haus, ihre Schale, ihr eigentliches Knochengerüst zurücklassen, das sich während ihres Lebens aus den Säften ihres Leibes, aus ihrem Blut gebildet hat, ebenso sind alle Kalk- und Kreidegebirge nichts als solche Reste von außerordentlicher Feinheit und Kleinheit, Reste, die einmal gelebt haben. — Der Kalk an unsern Häusern hat also einmal gelebt, die Kreide, mit der wir schreiben, hat gelebt. Mit Hülfe eines guten Mikroskops kann man sich hiervon überzeugen. — Vielleicht waren die Stoffe, die in dem jetzt lebenden Menschengeschlecht das Baumaterial des Leibes ausmachen, einmal die Speise derselben Thiere, deren Reste wir jetzt wie todte Massen ansehen!

Ganze große Erdlagen, die wir als todten Erdboden betrachten, und auf dem wir herumwandeln, Gärten pflanzen und Häuser bauen, sind noch am Leben. Sie sind noch jetzt lebende, sich bewegende Lager von Infusorien. Die Untersuchungen des großen Naturforschers Ehrenberg haben gezeigt, daß die Karlsstraße in Berlin auf einem solchen Lager lebender Infusorien steht, ja daß die ganze Louisenstadt auf nicht viel besserem Boden gebaut ist.

Feuersteine erscheinen uns todt, und sie sind es auch jetzt; aber die Naturforschung führt den Beweis, daß sie sehr wahrscheinlich Versteinerungen einst lebender Thiere sind.

Ganze Inseln bestehen aus Korallenriffen, und diese Riffe sind die Schalen-Leiber lebender Thiere, der Polypen, die diese Schalen aus dem Blute ihres Leibes bilden. Die Riffe, die meilenweit das Meer durchziehen, und an denen Schiffe zerschellen und Schiffer ihren Tod finden, sind selber Gestaltungen des Lebens!

Selbst harte Kiesel lösen sich auf und gehen in Pflanzen ein, um in ihnen zu leben und als feine Kiesel-Krystalle an den Rändern der Gräser zu erscheinen, welche in die Finger schneiden, wenn man über sie hinfährt.

Mit Einem Worte: die todten Stoffe werden in lebende umgewandelt, die lebenden in todte. Das Baumaterial des Lebens ist das Baumaterial der Erde selber, die man todt nennt. Daß lebende und todte Natur dem Stoffe nach im innigsten Zusammenhang steht, ist unbestreitbar. Dies haben die ältesten Dichter schon geahnt, die dem Menschen entgegenrufen: aus Staub bist Du geworden, zum Staube sollst Du werden. Dies bestätigen neuere Männer der Wissenschaft, von denen Einer, der gelehrte Ehrenberg, schon einmal die Aeußerung gethan hat, daß möglicherweise Alles, was wir todten Stoff nennen, nichts als Rest einstigen Lebens ist.

V. Die Stufenreihen des Lebens.

Dem Stoffe nach ist, wie wir gesehen haben, das was lebt, im innigen Zusammenhang mit den nicht lebenden Stoffen der Erde. Wir wissen, daß aus nicht lebenden Stoffen Wesen entstehen, welche die Merkmale des Lebens in sich tragen, und sehen auch, daß lebende Wesen zerfallen und zu nicht lebenden Stoffen werden. Ja, wir dürfen sogar vermuthen, daß aller jetzt nicht lebende Stoff schon einmal gelebt hat, ebenso, daß er in einer spätern Zeit wieder in das Leben eintreten werde.

Fragen wir uns aber: wie und wodurch entsteht Leben aus Leblosigkeit? so gesteht die strenge Wissenschaft, daß sie hierauf eine Antwort nicht zu geben vermag. Wir finden uns hier noch mehr auf das Feld der Vermuthungen hingewiesen und erhalten als Führer auf diesem unsichern Felde nur leise Fingerzeige aus der Natur.

Wir wollen indessen bis auf lichtvollere Zeiten der Wissenschaft hin den Schritt auf diesem Gebiete versuchen und diejenigen schwachen Spuren verfolgen, die uns zu leiten im Stande sind.

Die Erde ist keine todte Masse, sondern eine fortwährend thätige Welt. Ihre Stoffe sind es eben, welche zeitweise Leben erhalten, und ihre Thätigkeit ist es, welche das Leben nur möglich macht. Fragen wir nun: Sind die Kräfte dieser Thätigkeit, so weit wir sie

kennen, ausreichend, um eine Pflanze zu erzeugen, wenn keine vorher bestanden hätte? so müssen wir dies zwar für den jetzigen Zustand des Erdenlebens mit „Nein!" beantworten. Zum Entstehen einer Pflanze ist ein Keim einer vorher dagewesenen Pflanze nöthig. So weit uns die Erfahrung lehrt, geht jetzt eine Pflanze nur aus einem Keim hervor, der vorher einer Mutterpflanze angehört hat. Ein Gleiches ist mit der Entstehung der Thiere der Fall. Allein es schließt diese Antwort nicht die Möglichkeit aus, daß die Erde in der Geschichte der Entwickelung ihres Lebens, von welcher wir sehr bedeutsame Spuren entdecken, einmal eine Zeit durchgemacht habe, in welcher sie selbst Pflanzenkeime und Keime thierischer Natur zu erzeugen im Stande gewesen ist.

Nehmen wir an, daß das jetzige Fortleben aller Pflanzengeschlechter und Thiergeschlechter nur eine erhöhte Stufe des gesammten Erdlebens ist, so ist mindestens die Entstehungsgeschichte dieser Lebenskeime nicht unerklärlicher als die Entstehungsgeschichte des Erdlebens.

Wir werden später noch sehen, daß gegenwärtig die Pflanzen die Kunst verstehen, aus sogenannten unbelebten Stoffen, aus Kohlensäure, aus Wasser und aus Ammoniak belebte Materie, Pflanzen zu bilden. Kohlensäure, Wasser und Ammoniak sind die Speise der Pflanze, sie sind das Baumaterial, aus welchem die Pflanzen den eignen Leib gestalten. Bedenken wir hierzu, was wir ebenfalls später noch werden kennen lernen, daß Thiere eben von Pflanzen sich ernähren,

daß also ihr Leib eigentlich verwandelte Pflanze ist, so sieht man eine Stufenfolge der Entwickelung des Lebens. Aus Kohlensäure, Wasser und Ammoniak wird Pflanze; aus Pflanze wird thierischer Körper aufgebaut. Ist dem aber so, so darf man nicht übersehen, wie in diese Stufenfolge auch die Thätigkeit des Erdlebens mit hineingehört.

Unseres Erachtens hat man in der Wissenschaft zu wenig Werth auf den Umstand gelegt, daß die Pflanze nicht im Stande ist, einfache Stoffe zu genießen, sondern ihre Speise nur in einer Paarung aufnimmt. Kohlensäure besteht aus zwei Stoffen, welche die chemische Kraft schon gepaart hat, aus Kohlenstoff und Sauerstoff; Wasser besteht aus einer gleichen Paarung von Wasserstoff und Sauerstoff; Ammoniak ist gleichfalls ein gepaarter Stoff, er besteht aus Wasserstoff und Stickstoff. Obwohl die Pflanze in der Luft existirt, in welcher sie reichlich Stickstoff und Sauerstoff vorfindet, vermag sie doch nicht diese ungepaarten, chemisch nicht verbundenen Stoffe allein zu genießen; sie stirbt ab in der Luft, in welcher keine Kohlensäure enthalten ist. Die bloßen Stoffe sind nicht im Stande, als Speise in die Pflanze einzugehen, die Stoffe müssen erst durch eine eigene Kraft, durch eine eigene Thätigkeit, durch einen chemischen Vorgang hierzu vorbereitet werden.

Sehen wir nun die Erde fortwährend chemische Verwandlungen vornehmen, halten wir es als ein Zeichen des Lebens der Erde, daß Alles, was auf ihr

vorhanden ist, der chemischen Verbindung unterworfen ist und unterworfen wird, so können wir die chemische Paarung als die erste Stufe in der Stufenfolge des Lebens bezeichnen, und dürfen in Bezug auf das Leben sagen, daß das Erdleben, von welchem die Chemie nur ein Theil ist, die erste Stufe in der Reihe des Lebens ist. Das Erdleben verarbeitet durch chemische Vorgänge die vereinzelten Stoffe so, daß die Pflanze sie als Speise aufnehmen kann, oder richtiger, daß die Stoffe ein höheres Leben annehmen und Pflanze werden. Die Pflanze wird zur Nahrung der Thiere, das heißt, die zweite Stufe des Lebens geht in eine noch höhere über; und der Mensch baut seinen Leib aus Pflanzen- und Thierstoffen auf, das heißt, dieselben Stoffe nehmen im Menschen die gegenwärtig höchste Stufe des Lebens an.

Dies wäre der freilich lückenhafte, aber doch immerhin naturgemäße Faden, der vom Leben der Erde bis zur höchsten Stufe, dem Leben des Menschen, zu führen im Stande wäre.

Doch ist es Zeit, daß wir das Reich der Vermuthungen und des Philosophirens verlassen und zur Wissenschaft zurückkehren, die uns bald sicheren und besser begründeten Boden geben wird. Und das wollen wir auch thun.

VI. Unterschiede zwischen lebenden und nicht-lebenden Dingen.

Wir haben es versucht, den Zusammenhang zwischen dem Stoffe, den man todte Masse, und den Wesen, die man „lebende“ nennt, zu zeigen, wir müssen jetzt jedoch die viel sichtbarern und sicheren Unterschiede aufführen, die zwischen denselben obwalten.

Der Zusammenhang ist an sich lose und nur auf Spekulationen und Vermuthungen gegründet; die Unterschiede sind viel charakteristischer und klarer.

Nichtlebende Massen entstehen schon anders als lebende.

Nichtlebende Massen sind in ihren Stoffen ganz anders gemischt und verbunden als lebende.

Nichtlebende Massen haben eine andere Art des Bestehens als lebende.

Nichtlebende Massen erhalten sich anders als lebende.

Nichtlebende Massen haben andere Formen und Größen als lebende.

Nichtlebende Massen sind endlich auch im innern Bau der einzelnen Theile anders als lebende.

An diese wesentlichsten Unterschiede schließen sich viele andere an, die wir nun alle kennen lernen wollen.

Nichtlebende Massen sind entweder einfache Stoffe, wie Eisen, Gold, Kupfer, Blei, Sauerstoff, Stickstoff u. s. w. All' diese einfachen Stoffe *entstehen* nicht.

Sie sind einmal vorhanden, ohne daß man anzugeben weiß, wie und wann sie entstanden sind. Lebende Massen dagegen, z. B. eine Pflanze, ein Thier sind niemals einfache Stoffe, und sie sind auch nicht von Ewigkeit her vorhanden. Sie sind entstanden, zu einer bestimmten Zeit entstanden, und entstehen auch noch jetzt immerfort vor unsern Augen.

Nichtlebende Massen können zwar auch zusammengesetzt sein aus zwei Stoffen, wie z. B. Kochsalz, welches aus einer Luftart, die Chlor, und einem Metall, das Natrium heißt, entsteht, wenn sie sich chemisch verbinden. Kochsalz also entsteht eben so gut wie etwa eine Pflanze; aber die Art des Entstehens ist anders.

Kochsalz und ebenso jede andere Masse, die aus chemisch verbundenen Stoffen besteht, bildet sich ohne Weiteres, sobald die dazu nöthigen Stoffe unter den richtigen Umständen zu einander gebracht werden; eine lebende Masse dagegen bildet sich durchaus niemals, wenn nicht außer den Stoffen, woraus sie besteht, noch ein Keim vorhanden ist, der den Stoff in sich aufnimmt.

Soll eine Pflanze entstehen, so muß ein Keim, ein Saatkorn, ein Ableger, ein Steckling oder auch nur ein Stückchen Blatt, Stengel einer Mutterpflanze vorhanden sein, woraus dann die Pflanze wird. Ebenso entsteht ein Thier, und wäre es das geringste und kleinste, niemals anders, als durch Fortpflanzung eines Mutterthieres, und so verschieden auch diese Fortpflanzung

ist, immer ist ein Keim, ein Ei nöthig, aus dem das Thier sich bildet.

Wir sehen also schon im Entstehen einen Unterschied zwischen nichtlebenden und lebenden Dingen, und können schon hieraus auf die eigene Natur der Lebendigen, mindestens auf eine eigene Reihe von Natur-Erscheinungen bei denselben schließen.

Ein weiterer Unterschied zwischen Lebenden und Nichtlebenden ist folgender.

In einem lebenden Dinge sind die Stoffe ganz anders chemisch verbunden als in nichtlebenden.

Von den Pflanzen wissen wir, daß sie meistens nur aus drei Stoffen bestehen, aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Diese drei Stoffe sind zu Eins verbunden und bilden die Masse der Pflanze; dahingegen giebt es kein nichtlebendes Ding in der Welt, in welchem diese drei Stoffe chemisch verbunden sind. Ja, es findet in der ganzen unbelebten Natur immer nur eine Paarung statt, so daß sich stets nur zwei chemische Urstoffe verbinden, ein Ding zu bilden, wie z. B. Chlor und Natrium, aus denen Kochsalz wird, oder Wasserstoff und Sauerstoff, die Wasser werden. Nirgend aber verbinden sich drei Stoffe gleichzeitig, und noch weniger vier, fünf oder mehr. Wenn in der unbelebten Natur sich Dinge finden, die drei, vier oder mehrere Urstoffe in chemischer Verbindung enthalten, so sind sie doch stets erst entstanden, nachdem die Paarung von Eins zu Eins vorhergegangen. Die gründlichsten Untersuchungen der Chemiker haben diesen Unterschied in der chemi-

schen Zusammensetzung belebter und unbelebter Stoffe auf's allergenaueste nachgewiesen. *)

Zeigen sich so Unterschiede in der Entstehung, so ist das Bestehen lebender und nichtlebender Dinge noch wesentlicher unterschieden.

Lebende Dinge bestehen selbst unter den günstigsten Umständen nur eine gewisse Zeit und vergehen dann wieder.

Eine Pflanze, ein Thier entsteht, wächst, erreicht nach einiger Zeit seinen höchsten Stand des Daseins und vergeht dann wieder. Bei nichtlebenden Dingen ist dies nicht der Fall. Sind sie entstanden, so kann man sie unverändert erhalten, sie wachsen nicht, sie nehmen nicht ab und sterben auch nicht.

In gleichem Maße wie lebende Dinge schon in ihrem Entstehen und Bestehen anders sind als nicht-lebende, sind sie auch in ihrer Erhaltung von ihnen unterschieden.

Ein nichtlebendes Ding, das einmal vorhanden ist, braucht nur vor weiteren Einflüssen, die es verändern können, geschützt zu werden, um sich ungestört zu erhalten. Ein lebendes Ding darf nicht abgesperrt werden vor weiteren Einflüssen, im Gegentheil: Alles, was lebt, kann sich nur erhalten, indem es Speisen zu sich nimmt und verbrauchte Stoffe von sich ausscheidet. Die

*) Die abweichende Auffassung der neuen Chemie können wir hier unberücksichtigt lassen, da bis jetzt die Lehre von dem chemischen Bau der Körper noch nicht zum Abschluß gekommen ist.

Erhaltung eines lebenden Wesens beruht also auf einem fortwährenden Austausch des Stoffes. Frische Nahrung geht in dasselbe ein, und dafür wird verbrauchter Stoff aus demselben entfernt. Ein lebendes Wesen kann also nicht in Ruhe abgesperrt gegen die Welt existiren, sondern ist zum ewigen Tauschgeschäft, zur Einnahme neuer Stoffe und Ausgabe alter Stoffe gezwungen; es befindet sich im fortwährenden Stoffwechsel, durch den es allein erhalten werden kann. Ja, es ist das wichtigste Merkzeichen lebender Wesen, daß sie in einer immerwährenden Erneuerung begriffen sind und trotzdem ihr einmal angenommenes Wesen beibehalten.

Nichtlebende Massen sind aber auch in Form und Größe sehr wesentlich von lebenden Wesen unterschieden. Eine nichtlebende Masse besitzt keine bestimmte Form und keine unabänderliche Gestalt. Aus einem Stein kann man beliebig eine Kugel schleifen, eine Säule, einen Cylinder, oder sonst eine beliebige Form meißeln; man kann ihn zermahlen, in die kleinsten Stücke zertheilen, und immer bleibt diese Masse was sie ist. Bei einem lebenden Wesen ist dies durchaus nicht der Fall. Jedes lebende Wesen hat eine bestimmte Form, unter welcher es existirt; und zerstört man diese Form, so zerstört man auch das Wesen selber. Eine Pflanze, ein Thier kann nicht beliebig in alle möglichen Formen gebracht werden, sondern wird meist ganz zerstört, sobald man die ihm einmal eigene natürliche Form gewaltsam und bedeutend verändert. Ferner ist auch den nichtlebenden Massen keine bestimmte Größe vorgeschrieben. Auf einer Stelle

kommen Marmorblöcke von riesenhafter Größe vor, während an andern kleine Stücke davon existiren. Ganz anders ist es bei lebenden Wesen, sei es Pflanze oder Thier. Es hat nicht nur jedes eine bestimmte Form, sondern auch eine ziemlich genau bestimmte Größe, die seinem Wesen eigenthümlich ist. Vermag man auch durch Kunst Pflanzen größer zu ziehen, als sie von Natur gebildet werden, so hat dies doch eine ziemlich bestimmte Grenze, die nicht überschritten werden kann.

Der wesentlichste Unterschied zwischen nichtlebenden und lebenden Dingen endlich liegt im innern Gefüge und in der besondern Anordnung der Theile zum Ganzen.

Nichtlebende Stoffe kommen vor als feste trockene Massen oder als Flüssigkeiten oder in Luftform; lebende Wesen sind weder fest, noch flüssig, noch luftförmig, sondern in einer ganz eigenthümlichen Mischung all' dieser Zustände. Eine Pflanze, ein Thier und ebenso der Menschenkörper ist dem äußern Anschein nach fest, hat aber doch eine so große Portion Wasser in sich, daß es die festen Theile an viermal übertrifft. Im menschlichen Körper, der uns fest und trocken erscheint, ist nur ein Fünftel wirklich fester Stoff, während vier Fünftel Flüssigkeit in demselben sind. Aber auch eine bedeutende Masse Luft steckt in dem lebenden Körper, und nicht etwa wie in einem Schwamm, wo sie nur die Lücken, die Poren ausfüllt, sondern verbunden in den festen Geweben, die scheinbar keine Luft durchlassen. Solch' ein Gemisch von luftförmigem Stoff, von so überwiegend viel Flüssigkeit und so wenig fester Masse

findet sich nirgend in der nichtlebenden Natur zu einem einzigen Ding vereinigt, wie es in der lebenden ganz allgemein ist.

Bei diesem Umstand spielt aber das eigentliche Gefüge der lebenden Stoffe eine wichtige Rolle, welches erst in neuester Zeit entdeckt und erforscht worden ist. Dieses Gefüge ist ganz eigenthümlich und läßt einen Blick in das innerste Wesen der lebenden Natur werfen.

Betrachtet man nämlich alle festen Massen aus der nichtlebenden Natur, so erscheinen sie in ihren kleinsten Theilchen als Krystalle, als Körperchen, die je nach den verschiedensten Dingen, von den verschiedenartigsten Flächen, Linien und Ecken gebildet werden. Steine, Metalle, Salze, sowie alle in der Kälte festgewordenen Flüssigkeiten sind in ihrem Gefüge krystallisch, das heißt: sie bestehen aus kleinen Theilchen, welche durch Flächen, durch Kanten und Ecken begrenzt sind. Dahingegen haben die Forschungen der neuesten Zeit gelehrt, daß alle lebenden Wesen, sowohl Pflanzen wie Thiere, selbst in ihren festesten Theilen, nicht-krystallisch sind, sondern aus Zellen bestehen und sich aus Zellen entwickeln.

Wir werden das Wesen der Zellen recht bald genauer kennen lernen; für jetzt wollen wir nur im Allgemeinen sagen, daß eine solche Zelle aus einem kugelförmigen Häutchen, einem Bläschen besteht, in dessen innerem Raum eine Flüssigkeit und an einer Seite ein hartes kugelartiges Körnchen sich befindet. — Lebende Wesen bestehen in ihrer ganzen Ausdehnung aus lauter

solchen feinen, kleinen, aneinander gefügten Zellen, die zusammen den Bau sowohl des Pflanzen- wie des Thierkörpers bilden.

VII. Was organisch und Organisation ist.

Wenn, wie wir gesehen haben, schon der innere Bau in seinen kleinsten Theilen das, was man das Gefüge nennt, einen wesentlichen Unterschied ausmacht bei lebenden und nichtlebenden Stoffen, so ist endlich die Anordnung der Theile zum Ganzen als der hauptsächliche Unterschied anzusehen.

Jeder nichtlebende Stoff gleicht einer Masse, deren Theile sich gleichgültig zum Ganzen verhalten; jedes lebende Ding gleicht einem Kunstwerk, worin verschiedene Theile sich vereinigen, um ein Ganzes zu bilden.

Ein Stein ist in jedem Theilchen das, was der ganze Stein ist. Schlägt man einen Stein in zwei Theile, so sind sie zwei Steine, die ihrer Natur nach nicht im mindesten vom ganzen Stein unterschieden sind. Theilt man eine Pflanze, ein Thier in zwei Theile, so sind sie nicht zwei Pflanzen, nicht zwei Thiere, sondern können sich höchstens zu zwei Pflanzen, und in manchen Fällen, wie bei gewissen Würmern, zu zwei Thieren ausbilden.

Darum sagt man mit Recht: ein lebendes Ding ist ein Ganzes, gebildet von einzelnen Organen; ein

nichtlebendes Ding ist nur eine Masse, welche keine Organe hat.

Ein lebendes Ding gleicht einer Maschine, die aus Theilen zusammengesetzt ist, und deren ganzes Wesen gestört wird, wenn ihm ein Theil fehlt, der aus dem Zusammenhang gerissen wird. Eine nichtlebende Masse wird durch eine Theilung weder in ihrem Wesen noch in ihrer Natur oder in ihrer Wirksamkeit gestört.

In einem lebenden Wesen vereinigen sich die Theile derart, daß sie einen gemeinsamen einigenden Zweck haben; in einer nichtlebenden Masse findet kein einigender Zweck der Theile statt. Ja, man kann sagen, daß in einem lebenden Wesen jeder Theil eine bestimmte Aufgabe, eine bestimmte Thätigkeit hat, welche dem Ganzen zu Gute kommt, während in einer nichtlebenden Masse die Theile sich gleichgültig zum Ganzen verhalten.

Daher ist es auch ganz richtig, wenn man in einem jeden lebenden Wesen, sei es Pflanze oder Thier, eine Art Theilung der Arbeit erblickt, was bei einer nichtlebenden Masse nicht der Fall ist.

Eine Pflanze z. B. hat eine Wurzel, die die Aufgabe hat, bestimmte Stoffe aus der Erde zu entnehmen. Die Wurzel thut dies nicht für sich, sondern ihre Thätigkeit kommt der ganzen Pflanze zu Gute. Die Pflanze hat einen Stamm, der nicht dieselbe Aufgabe hat, wie die Wurzel, sondern zu einem andern Zwecke bestimmt ist, und auch dieser Zweck ist zum Besten der ganzen Pflanze verwendet. Die Zweige sind wieder anders als Stamm und Wurzel und haben auch eine andere Aufgabe als

diese; aber auch die Aufgabe der Zweige wird zum Besten der ganzen Pflanze verwendet. Die Blätter sind wiederum Theile einer anderen Art und haben wieder eine andere Bestimmung als die übrigen genannten Theile; aber auch deren Bestimmung ist dem Gedeihen der ganzen Pflanze dienstbar. Wir sehen demnach alle einzelnen Theile der Pflanze thätig, und jedem Theil ist eine besondere Aufgabe, eine besondere Arbeit zugewiesen; aber immer eine Arbeit, die zum Gedeihen des Ganzen nöthig ist. Es ist eine wahrhafte Theilung der Arbeit, wie sie stets als ein Muster jeder vereinigten Menschengesellschaft gelten kann.

Daher sagt man mit Recht, eine Pflanze hat Organe. Die Wurzel ist ein Organ, der Stamm ein anderes, die Zweige, die Blätter sind wiederum Organe und alle diese Organe bilden ein Ganzes, ein organisirtes Ganze, was man einen Organismus nennt. Darum nennt man auch die lebenden Wesen organische Wesen, während man die nichtlebenden Massen, die keine Organe besitzen, als unorganische oder anorganische bezeichnet.

Daß auch die Thiere, die Menschen organische Wesen, Organismen sind, brauchen wir wohl nicht näher deutlich zu machen, und können wir uns mit dem einen Hauptlehrsatz begnügen, daß zum Leben überhaupt Organisation, die Ausbildung eines Ganzen mit einzelnen Organen, oder was dasselbe ist: ein Organismus gehört. —

Indem wir nunmehr die Hauptunterschiede zwischen

der organischen und unorganischen Natur haben kennen gelernt, werden wir zur eigentlichen Aufgabe, zur Darstellung des Lebens der organischen Natur kommen können; und wollen hier nur noch auf einen wesentlichen Punkt aufmerksam machen, durch welchen wir den Leser in den Stand setzen werden, einzusehen, was die Naturforscher berechtigt hat, von verschiedenen Stufen des Lebens, von höherer und niederer Organisation zu sprechen.

Wir haben gesehen, daß jedes lebende Wesen ein Organismus ist: ein Ganzes, zusammengesetzt aus einzelnen Theilen und zwar aus Theilen, welche zum Dienste des Ganzen verschiedene Arbeiten zu verrichten haben. Nun aber giebt es organische Wesen, deren Theile in sehr losem Zusammenhang zu einander stehen, und wieder andere Wesen, deren Zusammenhang sehr fest ist. Von einer Pflanze z. B. kann man einen Zweig abschneiden und wieder einpflanzen und wachsen lassen. Das Leben der Pflanze ist durch die Theilung nicht vernichtet. Hieraus muß man schließen, daß das Leben der Pflanze nicht abhängig ist vom Zusammenhang mit einem ihrer Theile; folglich sagt man mit Recht, daß nur ein schwacher loser Zusammenhang des Lebens in den einzelnen Theilen der Pflanzen bestehe. Ihre Organe sind also nicht fest aneinander gefesselt. Ferner giebt es Thiere, z. B. mehrere Gattungen von Würmern, die man zerschneiden kann, und dann nach ihrer Trennung als zwei Wesen fortleben. Auch in diesen Thieren ist nur ein loser Organismus vorhanden,

und man nennt sie Organismen niederer Gattung. Dahingegen werden Thiere, deren Leben zerstört oder mindestens gefährdet wird, wenn man einzelne Theile von ihnen abschneidet, als Wesen betrachtet, die in festerem Zusammenhange mit allen ihren Theilen stehen. Ihre Organisation ist also geschlossener, fester, und man nennt diese mit Recht: Wesen höherer Organisation.

VIII. Die einfachsten Pflanzen.

Nachdem wir das Leben vom Nichtlebenden näher unterscheiden und das Wesen des Organischen in schwachem Umriß kennen gelernt haben, wollen wir nunmehr das Reich des Lebenden betreten, und zwar auf das Leben der Pflanze den Blick richten, die wir als die erste Stufe in der Entwickelung des Organischen zu betrachten haben.

Wie mag wohl die einfachste aller Pflanzen beschaffen sein?

Erst die neueste Zeit vermochte hierauf Antwort zu geben. Die Untersuchungen über den Bau der Pflanzen und über die Rolle, welche jeder Theil im Leben der ganzen Pflanze zu spielen hat, konnten erst geführt werden, nachdem man das Vergrößerungsglas, das Mikroskop zu jener Feinheit ausgearbeitet hatte, daß mit demselben die außerordentlichen zarten Gewebe, woraus die Pflanze gebaut ist, deutlich gesehen werden können.

— Durch das Mikroskop vermag man jetzt zu sehen, wie die einfachste Pflanze aus einer einzelnen Zelle besteht, wie höhere Gattungen von Pflanzen aus einer Sammlung von solchen Zellen entstehen, und wie selbst die tausendjährige Eiche auch nur eine Unzahl äußerst kleiner Zellen ist, die in eigenthümlicher Weise aneinandergefügt sind.

Der Unterschied zwischen der kleinsten aller Pflanzen, die nur als Einzel-Zelle existirt und der entwickelteren, größern und größten besteht nur darin, daß die Pflanze, die als einzelne Zelle lebt, nur ein Leben von kurzer Dauer führt, und in ihrem Leben nicht jene Theilung der Arbeit stattfindet, welche wir als das Wesen des Organischen kennen gelernt haben; in einer entwickelteren Pflanze dagegen vereinigen sich schon mehrere Zellen zu einem gemeinsamen Zweck, sie theilen sich in die Arbeit und gewinnen dadurch nicht nur an Organisation, sondern auch an Lebensdauer. In den entwickeltsten Pflanzen, wie in den Bäumen z. B., ist die Zahl der Zellen noch viel größer, ihre Organisation ist bei weitem vorgeschrittener, die Theilung der Arbeit ist noch ausgesprochener, und indem selbst — wie wir noch näher sehen werden — die abgestorbene Zelle eine Rolle zu spielen hat, ist die Dauer dieser Pflanzen, die Dauer der Bäume außerordentlich groß.

Das einfachste Pflanzengebilde ist eine Zelle, und es giebt Zellen, die man als eine Pflanze für sich betrachten darf. Pflänzchen dieser Art sind im Wasser sehr zahlreich anzutreffen; man nennt sie Algen; sie

wachsen aber auch auf andern Pflanzen, auf Thieren, auf Pflanzenstoffen, auf Steinen, die von Brunnenwasser überspült werden; auf Holzwerk, das zu faulen beginnt, auf Stroh- und Schindeldächern, ja sogar auf Felsen.

Wenn der Landmann über die schlechten Aussichten der Ernte klagt, so weist er meistens auf den sogenannten „Rost" oder „Brand" des Getreides hin, der das Korn nicht ausreifen läßt. Dieser „Rost" oder „Brand" sieht sich an der Aehre des wachsenden Getreides in der That wie ein feiner Staub von Eisenrost, oder wie ein zarter Ueberzug von ausgebrannter Torfasche an. Man kann mit den Fingern diesen feinen Hauch abwischen; aber er kehrt gar schnell wieder und überzieht die kostbare Frucht von neuem. — Was ist dieser „Rost", dieser „Brand"?

Er ist ein Pflänzchen, das millionenfältig auf einem Getreidekörnchen sitzt; es sind feine gesonderte Zellen, von denen jede eine Pflanze für sich auf der großen Pflanze wächst und sich auf Kosten des Getreidekornes ernährt. Man nennt das Erscheinen solcher fremder Pflanzen auf einer andern Pflanze eine Krankheit derselben. Die Weintrauben leiden oft daran, und das Mikroskop hat auch an den Kartoffelsträuchern diese ungebetenen Gäste als die Quelle der so beklagenswerthen Kartoffelkrankheit nachgewiesen.

Baumstämme, Schindeldächer, Steine an Brunnen, Zäune, ja ganz hohe Felsen sind oft von einem äußerst feinen, grünen oder gelblichen Staub bedeckt, der sich

am Morgen und Abend namentlich kühl und schlüpfrig anfaßt. Woraus besteht dieser Ueberzug?

Es sind einzellige Pflänzchen, die hier millionenfach wachsen, von denen einzelne Gattungen nicht einmal ein Fädchen als Wurzel haben, sondern blos als Zelle, als äußerst feines Bläschen aufliegen und durch dessen Wand hindurch die Nahrung in sich aufnehmen.

Ueber Himbeersaft, Kirschsaft, Pflaumenmuß, wie über Obstsorten und sonstigen Speisen bildet sich oft trotz der Vorsicht der Hausfrauen ein feiner Schimmel, ein graues wunderliches Gewebe, das dem bloßen Auge schon als feine Fäden erscheint, an deren Spitze sich zarte Knoten befinden. — Auch dies ist nichts als eine Pflanze; eine Pflanze, die aus einer einzigen Zelle besteht, welche aber schon auf einem Faden wächst, der gewissermaßen die Wurzel der Zelle ist. — Sie wachsen selbst im Dintenfaß, das man einige Zeit nicht benutzt hat; sie erscheinen auf Kleidern als sogenannte „Stock-Flecke“ und selbst an Häusern als Mauer-Fraß.

Durch das Mikroskop hat man all diese Gebilde, die man mit bloßem Auge nur dort erkennt, wo sie bereits millionenfach bei einander erscheinen, näher als einzellige Pflanzen kennen gelernt. Es hat die unzähligen Gattungen möglichst geordnet und auch das Leben, die Lebenserscheinung und Lebensgeschichte dieser einfachsten der Pflanzen näher zu erforschen vermocht.

IX. Die Einzel-Zelle.

Wie lebt ein so feines Pflänzchen, das nur aus einer einzigen Zelle besteht?

Um dies zu beantworten, müssen wir auf den Bau der Zelle näher eingehen und besonders auf eine eigenthümliche Kraft aufmerksam machen, welche nicht nur bei den Pflanzen, sondern auch im Thierleben eine äußerst wichtige Rolle spielt.

Eine Zelle besteht aus einem kugelrunden Häutchen, das wie eine Blase inwendig hohl ist. In der Pflanzenzelle ist die innere Höhlung noch mit einer feinen Tapete ausgekleidet, die eigentlich das lebensthätige Organ ist. Das äußere Häutchen ist gewissermaßen die schützende Schale dieser innern Tapete, wie etwa eine geschlossene Muschel die Schale eines lebenden Thieres ist. Der innere hohle Raum der Zelle ist mit einer wasserhellen Flüssigkeit gefüllt, die man als den Saft der Pflanze, als ihren Nahrungssaft, als ihr Blut gewissermaßen bezeichnen kann.

Eine solche einzelne Zelle hat in ihrer einfachsten Gestalt die Kugelform; aber da sie weich ist, so drücken sich, wenn sich ihr eine zweite Zelle anlegt, beide an dieser Stelle platt, und es sehen zwei Zellen, die so aneinanderliegen, wie zwei Seifenblasen aus, die aneinanderhangen, was wohl Jedermann schon öfter gesehen haben wird. Legen sich nun an eine Zelle von allen vier Seiten und ebenso oben und unten neue Zellen an, so

ist die mittelste Zelle von sechs Nachbarzellen eingeschlossen und flach gedrückt, und dadurch erscheint die Zelle nicht mehr rund, sondern wie eine Art Würfel mit runden Ecken und sechs Flächen.

Bei noch größerer Anhäufung der Zellen nehmen sie alle diese von allen Seiten flachgedrückte Gestalt an; sie gleichen in ihrer Gestalt dem Haufen Seifenblasen, welche entstehen, wenn man ein Röhrchen ins Seifenwasser hineinsteckt und so in's Wasser Luft hineinbläst. — Dies ist indessen nur der Fall bei Pflanzen, die aus einer Bildung vieler Zellen bestehen; bei Pflanzen, die nur von einer Einzel-Zelle gebildet werden, bleibt meist die Kugelgestalt, höchstens entwickelt sich hieraus die Eiform oder die länglichere Korn-Form.

Wie aber bringt die Nahrung einer solchen Zelle in ihr verschlossenes Innere?

Hierauf antwortet die Wissenschaft mit einer Lehre, welche von der höchsten Wichtigkeit ist, und die man durch folgenden Versuch leicht deutlich machen kann.

Füllt man eine Thierblase mit Wasser, bindet diese fest zu und legt sie in ein Gefäß mit Salzwasser oder Zuckerwasser oder überhaupt mit Wasser, in welchem irgend ein Stoff aufgelöst ist, so zeigt es sich nach einiger Zeit, daß durch die Wand der Thierblase hindurch ein Austausch der beiden Flüssigkeiten stattgefunden hat; und zwar ist dieser Austausch derart, daß die leichtere Flüssigkeit, z. B. das reine Wasser, in größerer Masse durch die Wand geht, um in die dichtere Flüssigkeit zu gelangen, während die dichtere Flüssigkeit, z. B. das Salz-

wasser, in geringerer Portion sich in die Blase hineinbegiebt. War die Blase, als man sie in's Gefäß legte, voll und prall, so wird sie nach einiger Zeit schlaff erscheinen; denn es hat nicht nur ein Austausch der Flüssigkeiten stattgefunden, sondern es ist mehr Flüssigkeit aus der Blase in's Gefäß getreten, als umgekehrt.

Man nennt diese Erscheinung die „Endosmose oder Diffusion", und erklärt sie durch die Anziehung, welche die Thierblase auf beide Flüssigkeiten ausübt und durch den Austausch, welcher in den feinsten Kanälchen stattfindet, welche die Thierblase durchziehen *).

Diese Art Durchdringung der Thierhaut spielt bei der Ernährung der Thiere und des Menschen die wichtigste Rolle. Vom Munde der Thiere bis zum Darm und seiner untern Oeffnung ist nämlich nirgend eine Seiten-Oeffnung, die in den Körper hineinführt, so daß eigentlich die aufgenommene Speise in einen Schlauch gelangt, welcher durch keine einzige Oeffnung mit dem eigentlichen Körper in Verbindung steht. Aber die Speisen, die im Magen und Darm zu einem Saft, zu einer Flüssigkeit verarbeitet werden, gehen durch die „Endosmose" in feine Kanälchen über, die um den Darm herumliegen, und die den Saft in's Blut führen. Wäre die Kraft der Endosmose nicht vorhanden, so würde alle Speise den Darm wiederum verlassen, ohne das Blut zu erneuern und den Körper zu ernähren.

---

*) Wir haben die Erscheinungen und Gesetze der Diffusion bereits ausführlich im 5 Bändchen mitgetheilt.

Ganz so wie eine Thierblase, wirkt auch die Pflanzenzelle. Sie ist ein Bläschen mit Flüssigkeit gefüllt, das oft nur einzeln an einer andern Pflanze anliegt. Hier an dieser Stelle berühren sich zwei Zellenwände, die Wand der größern Pflanze mit der Wand der kleinen Zelle, die auf ihr ruht, und die Ernährung dieser kleinen Zelle geschieht in der Weise, daß die Säfte sich durch die Wände austauschen und lebensfähige Flüssigkeit aus der großen Pflanze in die kleine Zelle einzieht.

Eine solche Zelle pflanzt sich, wie wir sehen werden, fort und gebärt neue Zellen, die gleichfalls an der größern Pflanze zehren, und auf diese Weise überzieht der „Rost" oder „Brand" in verderblicher Weise das Getreide, die Weintraube, die Kartoffel; ja sogar auf Thieren leben solche Zellen wie denn die Seidenzucht viel zu leiden hat von einer ähnlichen Pflanze, der „Muskardine", welche sich auf die Eier der Seidenraupe setzt und viele derselben hinrafft.

X. Wachsthum und Verbreitung der Einzel-Zelle.

Das besondere Merkmal des Organischen zeigt sich auch hier in der Einzel-Zelle. — Wie wir gesehen haben, dringt die Nahrung der Zelle durch die Wand derselben ein, und ist bei diesem Eindringen eine Kraft thätig, die man die Endosmose nennt; aber in Folge dieser Kraft

tritt eine Erscheinung hervor, die außerordentlich schwierig zu erklären ist; wir meinen das Wachsen der Zelle.

So klein auch eine völlig ausgewachsene Zelle einer Schimmel-Pflanze ist, so läßt sich doch an ihr beobachten, daß sie durch die Nahrung angeregt wächst, das heißt: es nehmen alle ihre Theile gleichzeitig an Umfang und Inhalt zu.

Für den ersten Augenblick könnte es scheinen, als ob dies ganz einfach und natürlich wäre. Man könnte behaupten, daß die Nahrung, welche durch die Wand der Zelle eindringt, eine Ausdehnung derselben zur Folge haben müsse. Die dehnbare Haut der Zelle vergrößere sich etwa so, wie ein dehnbarer Beutel an Umfang zunimmt, je mehr man hineinstopft. Allein es ist mit dem Wachsthum doch etwas anders. Wäre die Haut der Zelle nur dehnbar, so würde sie bei der Vergrößerung dünner werden müssen, wie etwa ein Stück Gummi dünner wird, wenn man es dehnt. Das ist aber nicht der Fall. Die Haut nimmt an Dicke ebenso wie an Umfang zu, und das läßt darauf schließen, daß hier nicht eine bloße Ausdehnung, sondern eine Fabrikation thätig ist, welche auch den eindringenden Saft umwandelt und aus ihm all' die einzelnen Gebilde der Zelle erschafft.

In der allerjüngsten Zeit hat der Dr. Moritz Traube in Breslau eine Reihe von interessanten Versuchen über das Bilden und Wachsen künstlicher Zellen veröffentlicht, die zwar keine Erklärung, aber ein deutliches Bild von dem Vorgange des natürlichen Wachsens geben, die wir daher unseren Lesern kurz mittheilen wollen.

Er taucht einen an einem Glasstabe hängenden Tropfen von gewöhnlichem flüssigen Leim in eine verdünnte Auflösung von Gerbsäure. Ueberall nun, wo diese beiden Flüssigkeiten sich berühren, entsteht bekanntlich der lederartige unlösliche gerbsaure Leim. Hier also bildet sich eine vollständige Haut von Leder rings um den flüssigen Leimtropfen, oder eine künstliche Zelle, deren Inhalt aus Leim, und deren Haut aus Leder besteht.

Diese künstliche Zelle versteht nun ganz vorzüglich das Kunststück, zu wachsen. Sie wird immer größer, aber nicht durch bloße Ausdehnung, sondern die Haut der künstlichen Zelle wird auch gleichzeitig dicker, ganz so, wie beim Wachsen der natürlichen Zellen die Haut an Dicke zunimmt.

Traube giebt für diese Erscheinung folgende Erklärung.

Der gerbsaure Leim, oder das Leder, besitzt so kleine Poren, daß weder Leimtheilchen, noch die Atome der Gerbsäure durch sie hindurchtreten können. Sowie daher der Leimtropfen beim Eintauchen in die Gerbsäure eine Lederhaut bekommen hat, sind die beiden Flüssigkeiten von einander abgesperrt und können sich nicht mehr mit einander verbinden. Aber das Wasser, dessen Atome klein sind, kann noch durch die Poren der Lederhaut in das Innere der künstlichen Zelle dringen, und dehnt die Haut etwas aus. Die Folge davon ist, daß die Poren der Zellhaut weiter werden. Nun vermag in jede Pore von außen ein Gerbsäuretheilchen und von innen ein Leimtheilchen zu treten. Sie treffen sich in

der Pore und bilden ein ganz kleines Stückchen Leder, das die Oeffnung verstopft und die Zellhaut vergrößert.

Nun kann wiederum weder Gerbsäure noch Leim durch die Haut treten, wohl aber das aus kleineren Theilchen bestehende Wasser. Die Haut wird wiederum durch die Endosmose des Wassers ausgedehnt, und die Poren werden abermals so erweitert, daß ein bischen Gerbsäure und ein wenig Leim hineintreten, sich verbinden und die Löcherchen der Haut durch neuentstandene Lebertheilchen verstopfen.

So wächst die künstliche Zelle fortwährend weiter. Der Inhalt wird durch Endosmose, die Haut durch Hineinlagern kleiner Ledertheilchen in die Poren vergrößert, und es nehmen hier also Inhalt und Zellhaut gleichmäßig an Umfang und Dicke zu.

Daß dies keine Erklärung, sondern nur ein Bild für den unerklärten Vorgang des Wachsthums sein soll, das müssen wir nochmals hervorheben, denn wir werden, ohne weit zu suchen, schon den großen Unterschied zwischen diesem Vorgang und dem wirklichen Zellen-Leben in der einen Thatsache erkennen, daß die Pflanzenzelle nur bis zu einer bestimmten Größe wächst und dann ein ganz anderes Geschäft besorgt, das einer solch' künstlichen Lederzelle nicht im Traume in den Sinn kommen kann.

Die Pflanzenzelle, wenn sie eine gewisse Größe erreicht hat, hört auf weiter zu wachsen und fabrizirt etwas ganz Neues. Entweder bildet sie eine zweite Zelle aus, wie wir dies noch sehen werden, oder sie

bildet Samen aus, wie es in der einzelligen Pflanze der Fall ist, die wir eben betrachten. Nehmen wir z. B. die gewöhnliche Schimmel-Pflanze an, so zeigt sich an ihr, daß sich die Zelle in ihrem höchsten Wachsthum wie eine Art Pilz-Kopf ausbildet, in dessen oberer Hälfte sich bei der Reife eine Art feiner Pünktchen ansetzen, die bald zu einem Samenkörnchen werden. Und ehe man sich versieht, schleudert die Zelle mit einer gewissen Kraft, deren Ursache ebenfalls unbekannt ist, die Samen-Körnchen, welche man „Pollen" nennt, von sich und bildet eine feine Staubwolke, die sich dann auf die Umgebung der ersten Zelle niederläßt.

Jedes Pollen-Körnchen ist aber eine äußerst feine Zelle, die, wo sie sich anlegt, neue Schimmel-Pflanzen bildet. Daher sieht man den Schimmel, wenn er eben erst entsteht, wie in feinen Faserchen vertheilt, wo sich junge Kolonien anpflanzen.

Die Pollen werden aber auch von der Luft fortgetragen und schweben zu Millionen und Millionen allenthalben umher. Sie gelangen so an Orte, wo sie als unwillkommene Gäste ihr Unwesen treiben. Sie verbreiten sich über dem Wasser und pflanzen sich allenthalben an, wo sie Boden für ihre Ernährung finden, während viele, viele Millionen unbeachtet absterben, sobald sie auf Stellen gelangen, wo sie keine Nahrung vorfinden.

XI. Die höhere Organisation.

Die einzelne Zelle also ist an sich schon eine Pflanze, und zwar eine Pflanze in ihrer einfachsten Form. Sie ist zwar nicht ohne Organe, denn ihre obere Haut ist von anderer Beschaffenheit als die innere Wand der Zelle, in welcher so eigentlich die Lebensthätigkeit vor sich geht. Sie hat auch eine Geschichte der Entwickelung, die von ihrer ersten Anwurzelung oder dem ersten Anlegen an eine Stelle, wo sie durch die Wand Nahrung aufzunehmen vermag, bis zur Reife und dem Ausstreuen des Samens, „der Pollen", dauert, nach welchem Akt die Mutterpflanze abstirbt, das heißt, wiederum zerfällt und unorganische Masse bildet. Allein ihre Organisation wie ihre Entwickelung ist sehr untergeordnet, und sie nimmt in der Reihenfolge des Lebens die unterste Stufe ein.

Eine höhere Gattung der Pflanze ist schon die Zellen-Familie. In trüben Gewässern findet man oft eine Art Schleim-Fäden, die lose umherschwimmen, und die bei näherer Betrachtung zeigen, daß sie aus einer Reihe Pflanzen-Zellen bestehen, welche durch feine Pflanzenfäden verbunden sind. Das Leben dieser Zellen ist dadurch interessant, daß sie ihre Vermehrung nicht durch Samen, „Pollen", erhalten, sondern durch Ausstrecken eines feinen Pflanzen-Fadens aus der Mutterzelle, an dessen Ende sich eine Tochterzelle ausbildet. Der schleimartige Faden ist gewissermaßen ein Ableger

und ist in seiner Entwickelung der Verbreitung anderer Pflänzchen, z. B. der unserer Erdbeeren, sehr ähnlich, wo ebenfalls aus der fertigen Mutterpflanze ein Faden herauswächst, der eine Strecke von der Mutterpflanze entfernt, Wurzel schlägt und auf eigne Faust jetzt ein Pflänzchen gründet. Da aus einer solchen Mutterpflanze mehrere Tochter-Pflänzchen hervorgehen, die noch bei Lebzeiten der Mutter wieder Tochter-Pflänzchen gebären, so schreitet die Vermehrung solcher Pflanzen ziemlich schnell fort und bildet eine Familie, die nur durch Fäden mit einander verbunden sind, wo aber jede Einzel-Pflanze auf eigne Faust wirthschaftet.

Eine solche Zellen-Familie bildet zuweilen nur einen langen Faden, zuweilen aber, wenn aus einer Zelle mehrere solcher Zellen auslaufen, die Tochterzellen entwickeln, gestalten sie sich zu einer größern Familien-Gruppe aus. Ja, es kommt vor, daß sie ordentliche Netze bilden, in welchen sich allenthalben, wo zwei Fäden aneinandergrenzen, eine Zelle befindet.

Das Leben dieser Pflänzchen ist äußerst zart so daß dessen Beobachtung außerordentlich schwierig ist; namentlich ist es zweifelhaft, ob und wie lange durch die Fäden selber ein gemeinschaftliches Leben unterhalten wird; jedenfalls jedoch ist soviel festgestellt, daß nach einiger Zeit die Fäden ohne Nachtheil für die ganze Pflanzenfamilie getrennt werden können und aus jeder einzelnen Zelle ein neues Ausstrecken von Fäden, eine neue Gründung einer Pflanzenfamilie stattfindet.

Eine noch höhere Organisation geht indessen nur

in solchen Zellen vor sich, die sich zu einer wirklichen Pflanze ausbilden, und diese höhere Organisation findet in allen Pflanzen statt, die bisher bekannt und untersucht worden sind, sie mögen so unscheinbar klein, wie die feinen Mose, welche Felsen überziehen, oder so groß sein, wie die Zedern des Libanon, die bis in die Wolken hineinragen.

All' diese Pflanzen sind nichts als ein inniges Ansammeln einzelner kleiner Pflanzen-Zellen, von denen es oft viele Millionen in einem einzigen Blatte giebt.

Das Leben solcher Zellen ist eigenthümlich und von dem der Einzel-Zelle wesentlich verschieden, denn diese Zellen bilden sowohl Wurzel, Stamm, als auch Zweige und Blätter einer Pflanze und haben, wenn auch, wie wir sehen werden, verschiedene Organisationen und Gestalten, doch immer eine gleiche Art des Fortlebens.

Die Zelle einer jeden Pflanze ist ursprünglich der bereits beschriebenen Einzel-Zelle gleich. Sie ist ein rundes Bläschen, mit einer weichen Hülle von außen und einer feinern Tapete im Innern. Die äußere Hülle scheint nicht weiter thätig zu sein im Leben der Pflanze und ist gewissermaßen die Schale des innern Lebens; dagegen ist die innere Hülle, die Tapete, wahrscheinlich das eigentliche lebensthätige Organ, das die von außen eintretende Flüssigkeit, welche den innern Raum ausfüllt, in einen Kreislauf versetzt, etwa so wie das Herz der Thiere das Blut durch den ganzen Körper treibt. Hier in dieser innern Hülle, die wissenschaftlich „der Primordial-Schlauch" heißt, ist das eigentliche Leben

rege, denn es ist ausgemacht, daß die äußere Hülle erst von diesem Primordial-Schlauch ausgeschieden wird, und daß sie sich in dieser Beziehung wie eine Muschel eines lebenden Thieres verhält.

Auch die Muscheln lebender Thiere sind ursprünglich nur ein weicher Schleimüberzug des Thieres, den dieses aus dem Körper ausschwitzt. Wenn man eine Schnecke in ihrem Spaziergang auf einer dunkelen Gartenbank verfolgt, so sieht man die schleimige Spur, die sie zurückläßt, recht deutlich. In der Luft aber verdampft die Feuchtigkeit dieses Schleimes und läßt ein feines hartes Kalk-Häutchen zurück, dessen Silberglanz wohl schon Jeder beobachtet hat. Die harte Schale, das Haus des Thieres, bildet sich ganz in derselben Weise durch das Verdampfen des Schleimes, den das Thier ausschwitzt, und wird nach und nach zu einer Kalkschale. Ganz ebenso bildet sich auch die äußere Hülle der Zelle aus einem feinen Schleim, der in der Luft hart und nun wie eine Papier-Umhüllung wird. —

Diese äußere Hülle ist es auch, welche als Holz-Faser zurückbleibt, wenn die Pflanze abstirbt; und aus solcher Faser der Leinen-Pflanze wird auch, wie es wohl schon Jeder weiß, nicht nur die Leinewand, sondern wenn diese abgenutzt ist, auch das Papier verfertigt.

XII. Wie die Pflanzen wachsen.

Die innere Hülle der Pflanzenzelle, die man, wie bereits erwähnt, „Primordial-Schlauch" nennt, ist nicht nur thätig, das eigne Leben zu erhalten, sondern besorgt auch das Geschäft der Fortpflanzung auf eigne Weise. In der Pflanze, die nur aus einzelnen Zellen besteht, bildet dieser innere Schlauch die „Pollen" aus, die der Samen oder richtiger die jungen künftigen Tochterzellen werden. Bei Pflanzen indessen, welche aus einer Zusammensetzung mehrerer aneinander geschlossenen Zellen bestehen, geht in dem genannten Schlauch etwas ganz Eigenthümliches vor, das sowohl für das Pflanzen- wie für das Thierleben höchst charakteristisch ist.

Die Zelle einer vielzelligen Pflanze beginnt sich ein wenig zu verlängern, so daß sie meist eine Ei-Gestalt annimmt; zugleich aber mit dieser Verlängerung fängt der Primordial-Schlauch an in der Mitte der Zelle sich zu einer Scheidewand zusammenzuziehen. Die eiförmige Zelle bekommt äußerlich dadurch das Ansehen, als ob sie um ihre Mitte zusammengeschnürt wäre es bildet sich gewissermaßen hier eine Abschnürung aus, während im Innern eine Scheidewand die eine Zelle in zwei Abtheilungen trennt. Ist das geschehen, so wächst jede der beiden Abtheilungen zu einer vollständigen Zelle aus, so daß in Wahrheit durch diese Theilung oder richtiger Abschnürung aus einer Zelle zwei Zellen entstanden sind.

In jeder dieser Zellen ist nun ein besonderer Primordial-Schlauch thätig, um die Säfte, welche durch die Wände hindurchdringen, kreisen zu lassen. Es entwickeln sich hiernach die Zellen vollständig, bis sie ihre volle Größe erlangt haben, sodann aber wiederholt jede einzelne Zelle dieselbe Theilung, so daß aus ihr wieder zwei werden; und indem diese Verdoppelung immer weiter schreitet, vermehren sich die Zellen nach dem Gesetz der einfachen Verdoppelung und bilden bald eine gewisse Masse aneinander haftender Zellen, die unserm bloßen Auge als eine Pflanze sichtbar werden.

Um uns diesen Vorgang recht deutlich zu machen, wollen wir annehmen, daß wir den Samen einer kleinen Pflanze, z. B. eines Salats in die Erde gesteckt hätten, und einmal sehen, was mit demselben für Veränderungen vorgehen, um aus ihm ein ganzes Pflänzchen mit Wurzel, Stamm und Blatt werden zu lassen.

Ein solches Samenkörnchen hat eine harte Hülle und ist gewissermaßen eine große Zelle; aber es ist doch schon eine bedeutende Gruppe sehr vieler Einzelzellen, die unter sich sehr verschiedener Natur sind. Der Hauptheil der im Samen steckenden Zellen ist der **Keim**, der in den meisten Samen sichtbar ist, wenn man ein Körnchen an einer richtigen Stelle spaltet. An einer Erbse oder Bohne kann man die Spaltung sehr leicht vornehmen, wenn man sie im Wasser hat aufweichen lassen und man sieht den Keim wie ein gepreßtes Blättchen zwischen den beiden Hälften liegen. Aehnlich läßt sich der Keim in jedem Samen sehen; und

fragt man sich, in welchem Verhältniß steht dieser Keim zum ganzen Samenkorn, so ergiebt die Beobachtung Folgendes.

Der Keim besteht schon aus einer ziemlich großen Gruppe von einzelnen Zellen, während der übrige Theil des Samenkörnchen, in welchem der Keim eingebettet liegt, die erste Speise des Keims ist. — Wir Menschen bilden uns zwar ein, daß das Mehl eines Weizenkornes für uns gewachsen, von der Natur für uns zur Speise geschaffen ist; das aber ist nicht richtig, das Mehl des Kornes ist zur ersten Speise des Keimes bestimmt, die in ihm eingepreßt liegt. Es ist gewissermaßen die Muttermilch des Keimes, die Nahrung des Keimes für die Zeit, wo er noch nicht entwickelt genug ist, solche aus der Erde zu entnehmen, ebenso wie in die Mutterbrust gleich nach der Geburt eines Kindes Milch einströmt, um das Kind während der Zeit zu erhalten, wo es noch nicht andere Stoffe zu sich nehmen oder an sich zu bringen versteht. —

Wird nun solch' ein Samenkörnchen in feuchte Erde gebracht, und wirkt hierbei noch die nöthige Wärme ein, so geschieht Folgendes.

Die Nahrungsstoffe des Körnchens erleiden eine chemische Veränderung, wobei sich hauptsächlich das Mehl ganz in derselben Weise in Zucker verwandelt, wie dies künstlich in allen Zuckerfabriken geschieht. Der Zucker löst sich in der Feuchtigkeit auf und wird selber flüssig und dringt somit in die Zellen des Keimes ein, die anschwellen. Diese Zellen fangen nun an zu leben, das

heißt, sich zu entwickeln und zu vergrößern, bis sich jede von ihnen abschnürt, das heißt, zwei Zellen bildet. Sie verdoppeln sich nun immerfort, nach unten als Wurzel und nach oben als Pflanzenstämmchen, und mit dieser Verdoppelung, die so vorgeht, wie wir es oben bezeichnet haben, wächst der Keim, tritt aus dem Samenkörnchen heraus, und dringt in solcher Weise durch Theilung der Zellen wachsend auf der einen Seite in die Erde hinein und auf der andern über die Erdoberfläche hinauf, um in Luft und Licht weiter zu existiren.

Dies ist der Vorgang bei allen Pflanzen vom „Isop an der Wand bis zur Zeder des Libanon", und deshalb wollen wir der Beobachtung und Betrachtung dieses Vorganges noch einige Worte widmen.

XIII. Wachsthum und Lebensthätigkeit der Pflanze.

Zum Beginn der Pflanze oder richtiger zu den ersten Zellen derselben war der Keim nöthig, der im Samen liegt; sind aber erst neugebildete Zellen vorhanden, so bedarf es des Keimes nicht mehr. Die Zellen haben die Kraft in sich, sich selber fortzupflanzen und vermehren sich, sobald nur die Umstände vorhanden sind, die zu ihrer Entwickelung nöthig sind.

Nunmehr wird es auch Jedem klar werden, wie Pflanzen aus Ablegern, aus Setzlingen gezogen werden

können. Wie man dies macht, ist allbekannt. Man schneidet einen kleinen Zweig einer Pflanze ab und steckt ihn in die Erde. So klein der Zweig auch sein mag, immer ist ein solcher Reichthum von Zellen in demselben, daß er als ein kleiner Zellenstaat angesehen werden kann. Der Theil, den man in die Erde steckt, hat zwar keine Wurzeln, aber durch die „Endosmose" tritt durch die Wände der Zellen der Nahrungssaft ein, und der Primordial-Schlauch, die innere Hülle jeder Zelle, bewegt diese Nahrung und setzt sie in Kreislauf. Die Zelle wächst dadurch, fängt an sich abzuschnüren und zu verdoppeln. Das Stämmchen, das in der Erde steckt, verlängert sich daher nach allen Seiten hin durch Zellen, welche wie feine Fäden in die Erde hineinwachsen, das heißt, es bilden sich Wurzeln aus, welche immer mehr die Fähigkeiten steigern, aus der Erde die vorräthige Nahrung durch ihre Wände einzusaugen.

Wie aber gelangt die Nahrung bis hinauf in die höchste Spitze der Pflanze?

Auch hierüber hatte man vor gar nicht langer Zeit die sonderbarsten Vorstellungen. Man glaubte, die Nahrung steige auch in die Pflanze, wie etwa Oel in einem Docht aufsteigt; Andere schrieben diese Erscheinung auf Rechnung einer lebendigen Saug-Kraft, welche die Pflanzen besitzen sollten. Die Forschungen neuerer Zeit haben aber bewiesen, daß auch dies weit einfacher vor sich geht, und daß hierbei nicht unbekannte Wunderkräfte obwalten, sondern nur die bereits besprochene „Endosmose" thätig ist, die zwischen Zelle und Zelle

durch die Wände hindurch stattfindet. Der Saft der Wurzelzelle tauscht ebenso mit dem der Nachbarzelle seine Bestandtheile aus, wie zwei aneinanderliegende Thierblasen, die mit verschiedenen Flüssigkeiten gefüllt sind. Die Nachbarzelle giebt nun die aufgenommenen Bestandtheile ihrer nächsten Nachbarin ab, und so geht dieses Tauschgeschäft fort und fort, ununterbrochen weiter von Zelle zu Zelle, bis dieselbe Nahrung, die die Wurzel der Erde entnommen hat, durch die ganze Pflanze vertheilt ist; und da die Wurzel immerzu neue Nahrung in sich aufnimmt und in einem fort eine Nachbarzelle neben sich hat, die die ihrige der entfernten Nachbarin gegeben hat, so geht das Einströmen und Wandern der Nahrung eigentlich ununterbrochen fort und giebt fortwährend Veranlassung zur Vermehrung der Zellen, das heißt, zum Wachsthum der Pflanze.

Forschen wir also nach dem Leben der Pflanze wie nach dem Organ, in welchem die Thätigkeit dieses Lebens vor sich geht, so finden wir Folgendes:

Eine eigenthümliche Sammlung von Pflanzenzellen, die man den Keim nennt, nimmt ursprünglich unter dem Einfluß von Feuchtigkeit und Wärme Stoffe in sich auf, welche sich vorräthig in den Samen finden, in denen der Keim eingebettet liegt. Die Zellen des Keimes vergrößern und vermehren sich und strecken sich fadenartig nach oben und unten als Stämmchen und Wurzel aus dem Samen hervor. Hierzu ist nicht nöthig, daß der Samen in die Erde gebracht wird, er braucht vielmehr nur angefeuchtet und erwärmt zu werden. Man

kann sich hiervon überzeugen, wenn man Gerste mit etwas Wasser überschüttet und einen Tag lang etwa im geheizten Zimmer in der Nähe des Ofens stehen läßt. Es zeigt sich hierbei, daß die Gerste aufschwillt und der darin liegende Keim Fäserchen ausstreckt, die Wurzel und Stamm bilden. Zugleich ist das Mehl der Gerstenkörner in Zuckerstoff umgewandelt, so daß sie süßlich schmecken und jetzt das Malz der Brauer bilden, die aus demselben die verschiedenen Biere bereiten. Liegt aber der Samen in der Erde, so ist die Wurzel, die heranwächst, im Stande, der Erde selber Nahrungsstoffe zu entnehmen, sobald dieselbe nur feucht und warm ist; und dieses genügt, um in einem Boden, der die richtigen Stoffe enthält, die zur Nahrung der Pflanze dienen, das weitere Wachsthum, die weitere Vermehrung der Zellen zu bewerkstelligen.

Der Sitz dieser Thätigkeit aber ist der Primordial-Schlauch, das innere Häutchen jeder Zelle, das eben die Eigenschaft hat, die man bisher nicht erklären konnte, und welche es bewirkt, daß aus den Nahrungsstoffen der Pflanze neue Pflanze entsteht.

Und diesen eigenthümlichen Vorgang wollen wir jetzt betrachten.

XIV. Die Verwandelung unbelebter Stoffe in belebte durch die Pflanze.

In welcher Weise aus den Nahrungsmitteln der Pflanze wirkliche Pflanze entsteht, davon hat die Wissenschaft noch keine klare Erkenntniß. Es ist dies für jetzt ein Räthsel, dessen Lösung noch nicht gelungen ist, und wahrscheinlich deshalb, weil noch eine Reihe von Naturkräften erst wird erforscht werden müssen, bevor man im Stande sein wird, ernstlich an diese Frage zu gehen.

Wir wollen uns deshalb damit begnügen, dies Räthsel in seinen Umrissen etwas genauer kennen zu lernen und von seiner Lösung soviel hier wiederzugeben, als es bisher mit einiger Sicherheit möglich geworden ist.

Die Nahrung der Pflanze besteht hauptsächlich aus drei Dingen, aus Wasser, aus Kohlensäure und aus Ammoniak.

Diese drei Dinge sind vollständig bekannt; Wasser besteht aus einer chemischen Verbindung von zwei Luftarten, Sauerstoff und Wasserstoff; — Kohlensäure besteht aus einer chemischen Verbindung, einer Luftart Sauerstoff mit einem festen Körper: Kohle; — Ammoniak besteht aus einer chemischen Verbindung zweier Luftarten, aus Wasserstoff und Stickstoff. —

Außer diese Stoffen nehmen die Pflanzen noch in sehr kleinen Portionen chemische Verbindungen von Phosphor, Schwefel, Eisen und anderen Metallen und

sonstigen Salzen in sich auf. Wir wollen jedoch der Einfachheit wegen von diesen Stoffen absehen und nur die Hauptnahrung in Betracht ziehen.

Nimmt eine Pflanze die gedachten Stoffe in sich auf, so lebt und wächst sie, ohne daß in ihr irgend ein anderer Stoff vorhanden ist. Die Pflanze also ist nichts anders als eine eigenthümliche Art von Verbindung dieser bekannten Stoffe, welche sie verzehrt, die Pflanze ist verwandeltes Wasser, Kohlensäure und Ammoniak.

Weder Wasser noch Kohlensäure noch Ammoniak lebt. Auch wenn man sie mit einander vermischt, vermengt oder chemisch verbindet, entsteht nichts Lebendes, nichts, was den Charakter des Lebenden an sich trägt. Nur wenn sie in der Pflanze zusammentreffen, nur da bilden sie eine lebensfähige Verbindung. — In der Pflanze also geht etwas vor, was wir durch Menschenkunst nicht zu Wege bringen können. Die Pflanze treibt eine Art Chemie, die wir nicht nachahmen können. Sie macht aus nichtlebenden Stoffen ein lebendes Wesen; nichtorganische Dinge werden in der Pflanze organisch.

Im vollen Sinne des Wortes liegt also in einer Pflanze eine Lebensfabrik.

Will man nun nicht annehmen, daß die Pflanze eine übernatürliche Kunst betreibt, sondern faßt man den richtigen Gedanken, daß in einer Pflanze Naturkräfte walten, so muß man sagen: die Entstehung des Lebens aus Nichtleben ist ein Ergebniß von Natur-

kräften. Naturkräfte sind, welche nichtlebende Stoffe so verbinden, daß sie lebendig werden.

Dieser Gedanke ist freilich ein solcher, der alten Vorstellungen vom Leben widerspricht; allein er ist in der Wissenschaft ganz unumstößlich geworden. Die Thatsache, daß die Pflanzen aus unorganischen Stoffen organische machen, aus nichtlebenden belebte schaffen, läßt sich gegenüber den Beweisen derselben nicht mehr leugnen, und es steht somit in jeder Pflanze ein Räthsel für den Naturforscher da, das man in ältern Zeiten durch das Wort „Wunder" aus dem Bereich des Natürlichen hinaus in das Bereich des Uebernatürlichen verwies.

Betrachten wir nun aber diese Verwandlung von nichtorganischer Masse in organische als die Folge von Naturkräften, so haben wir zuvörderst zu bekennen, daß die Wissenschaft ebensowenig im Stande ist, den Ursprung der Naturkräfte überhaupt nachzuweisen, wie das innere Wesen irgend einer Kraft zu erklären. Man hat sich daher veranlaßt gesehen anzunehmen, daß in der Pflanze — und nicht minder im Thiere — eine eigene Kraft existire, welche man „Lebenskraft" nannte, und schrieb alle unerklärlichen Erscheinungen des Lebens auf Rechnung dieser unbekannten „Lebenskraft".

In neuerer Zeit jedoch hat man sehr triftige Gründe, auch diese sogenannte „Lebenskraft" zurückzuweisen. Es hat sich nämlich bei gründlichen Forschungen ergeben, daß viele Erscheinungen, die man sonst der „Lebenskraft" zuschrieb, aus ganz andern Ursachen her-

rühren. So hat man z. B. noch vor gar nicht langer Zeit angenommen, daß es die „Lebenskraft" sei, welche im Innern der Thiere und Menschen stets denselben Grad der Wärme erhält, gleichviel ob es Winter oder Sommer ist, gleichviel ob sie in heißen oder in kalten Ländern leben. Gegenwärtig jedoch weiß man, daß die stets gleiche Wärme von einem einfachen chemischen Vorgang herrührt, der beim Athmen stattfindet. Bevor man die „Endosmose" kannte, die wir bereits erwähnt haben, schrieb man das Einströmen der Nahrung in Pflanzen und in den Thierkörper gleichfalls der unerklärlichen wunderbaren „Lebenskraft" zu; jetzt ist es soweit, daß man Jedem deutlich zeigen kann, wie hierbei nur die Endosmose wirkt, die sich auch bei nichtlebenden Stoffen vorfindet. — Aehnlich wie diese Fälle sind noch andere, die es darthun, daß viele Naturerscheinungen, in denen man sonst „Lebenskraft" zu finden glaubte, die Folge von Kräften sind, die sich auch in der sogenannten todten Natur thätig zeigen; und hieraus ist man mit gutem Grund dem Gedanken nahe geführt worden, daß auch alle übrigen bisher unerklärten Erscheinungen im Leben der Pflanzen und der Thiere dereinst ohne Annahme der Lebenskraft werden erklärt werden können, sobald man nur in der Kenntniß der chemischen und physikalischen Kräfte weiter fortgeschritten und im Stande sein wird, ihr Zusammenwirken zu begreifen.

XV. Von dem Räthsel des Lebens.

Wir wollen es nun versuchen, uns einmal das Haupträthsel im Leben der Pflanze recht deutlich zu machen.

Zu diesem Zweck wollen wir der Einfachheit wegen annehmen, wir hätten nur eine einzige Wurzel-Zelle irgend einer beliebigen Pflanze vor uns, und zwar von der Erde umgeben, in welcher die Speise der Pflanze, also: Wasser, Kohlensäure und Ammoniak enthalten ist.

Blicken wir nun auf die Zelle, so wissen wir mit vollkommener Sicherheit, daß sie durch ihre Wand hindurch sowohl Wasser wie Kohlensäure und Ammoniak in sich einzieht, und man sollte meinen, daß, wenn dies geschehen, man in der Zelle diese Stoffe ebenso finden müßte, als wenn sie außerhalb der Zelle durcheinander vermischt oder chemisch verbunden würden.

Das ist aber nicht der Fall.

Preßt man die Zelle, nachdem sie diese Stoffe in sich aufgenommen hat, aus, so findet man, daß sie einen Pflanzensaft enthält, der durchaus anderer Natur ist als dasjenige, was wir durch Wasser, Kohlensäure und Ammoniak herzustellen im Stande wären. — Zwar ist in dem Pflanzensaft auch chemisch nichts weiter enthalten als Wasser, Kohlensäure, Ammoniak, und der Chemiker ist auch im Stande, diese drei Dinge wiederum aus dem Pflanzensaft herzustellen; allein er

erhält diese drei Speisestoffe in einer so eigenthümlichen Verbindung, daß sie in der Zelle unverkennbar etwas ganz anderes geworden sind, als sie vorher hätten werden können.

Da aber eben in dieser Umwandlung gerade das liegt, was man als den Uebergang vom Nichtorganischen zum Organischen bezeichnet, so muß man sagen, daß diese Umwandlung eben in der Zeit geschehen ist, in welcher die drei genannten Speisen der Pflanze durch die Zellenwand gegangen sind. Hiernach wären wir soweit, mindestens den Ort genauer kennen gelernt zu haben, in welchem eine für den jetzigen Stand der Wissenschaft noch unerklärliche Verwandlung des Unorganischen zum Organischen vor sich geht; und zwar ist dieser Ort die Wand der Zelle.

Indem aber diese Wand aus zwei Hüllen besteht aus der äußern und dem s. g. Primordial-Schlauch im Innern, indem wir ferner durch anderweitige Untersuchung wissen, daß die äußere Hülle keine Zeichen der Lebensthätigkeit von sich giebt, während die innere Hülle der Zelle dies wohl thut, so darf man mit Sicherheit schließen, daß das eigentliche Leben des Pflanzenlebens nur gelöst werden kann, wenn man alle Kräfte genau erforscht haben wird, welche in dem innern Zellen-Schlauch wirksam sind.

Man darf aber hierbei auch nicht vergessen, daß die Stoffe, welche die Zelle als Speise aufnimmt, schon selber durch eine eigne Kraft gepaart sind, durch eine chemische Kraft, die sowohl im Wasser, wie in der

Kohlensäure und dem Ammoniak steckt. Diese Kraft spielt sicherlich eine Hauptrolle und wird vielleicht nur durch die im Zellen-Schlauch wirkende Kraft umgeändert. Die Naturwissenschaft auf dem gegenwärtigen Standpunkt ist überhaupt noch sehr im Unklaren über das, was bei einer chemischen Verbindung zweier Stoffe vorgeht. Wir können zwar aus Sauerstoff und Wasserstoff künstlich Wasser machen; aber es leistet uns hierbei etwas Unbekanntes Hilfe, das wir chemische „Anziehung", „chemische Verwandtschaft" nennen, und bei welchem die Elektrizität wie die Wärme eine große, vielleicht die Hauptrolle spielt.

Will man daher aufrichtig sein, so muß man sagen, daß das Räthsel des Lebens der Pflanze schon in der Speise der Pflanze, in der chemischen Verbindung ihrer Speisestoffe steckt, ja man darf annehmen, daß im Wasser, wie in der Kohlensäure und im Ammoniak schon die ersten Lebenskräfte schlummern, und daß diese Kräfte nur angeregt werden zur gemeinsamen Thätigkeit durch eine eigne Kraft, die im Zellen-Schlauch waltet.

Freilich ist hiernach noch nicht einzusehen, woher es kommt, daß diese drei Speisestoffe im Stande sind, so verschiedenartige Pflanzen zu erzeugen. Die Zelle eines Weizenkornes nimmt fast dieselbe Speise in sich auf wie die eines Apfelbaumes, und doch ist ein Weizenkorn ganz etwas anderes als ein Apfel. Allein man kann sich vorstellen, daß der innere Schlauch einer Zelle im Weizenkorn den Speisen der Pflanze eine

andere Anregung giebt als der innere Schlauch der Apfelzelle, so daß gleiche Speisestoffe durch verschiedene Anregungen zu verschiedenen Gebilden werden.

Hiernach wären Wasser, Kohlensäure und Ammoniak drei Dinge, welche die Fähigkeit haben, alle Arten von Pflanzen zu bilden. Diese Fähigkeit schlummert gewissermaßen, so lange sie nicht eine Anregung erhält von einer bereits existirenden Pflanzenzelle. Je nach der Anregung aber erhalten diese Speisestoffe der Pflanze eine Richtung, sich organisch zu verbinden, und diese Verbindung geschieht derart, daß sie immer dieselbe Pflanze bilden, von welcher sie zur Thätigkeit angeregt werden.

Das ist die freilich noch sehr unvollständige Lösung des Räthsels vom Leben der Pflanze, oder richtiger vom Uebergang der unorganischen Stoffe in organische.

XVI. Die eigne Art des Wachsthums der Pflanze.

Bisher haben wir der Einfachheit wegen angenommen, daß die Pflanze alle ihre Nahrung nur aus dem Boden nimmt; dies ist aber nicht ganz so der Fall. Wir müssen daher noch andere wesentliche Umstände hier aufführen, um einen Blick in den Haushalt der Pflanze thun zu können.

Die Pflanze nimmt auch Nahrung aus der Luft

ein; sie bedarf ferner zu ihrem Leben des Lichtes und der Wärme, und sie scheidet auch während ihres Lebens eingenommene Stoffe wieder aus.

Der Haushalt der Pflanze ist in den verschiedenen Pflanzen verschieden. Die Pflanze, die nur als Einzel-Zelle lebt, ist ein äußerst einfaches Wesen, das alle Arbeit seines Lebens für sich allein verrichten muß. Pflanzen, in welchen sich die Zellen familienweise anbauen, fangen schon an, die Arbeit unter sich zu theilen: denn in einer und derselben Pflanze haben verschiedene Zellen dann meist schon verschiedene Verrichtungen. Pflanzen, die schon aus einer ungeheuren Reihe von aneinander gewachsenen Zellen bestehen, bilden sich so, daß ganze Gruppen von Zellen sowohl in ihrer Verrichtung anders sind als die andern Zellen derselben Pflanze; denn es findet hier eine wirkliche Theilung der Arbeit in einzelnen Theilen zum Besten der ganzen Pflanze statt. —

Wir wollen dies durch ein Beispiel deutlicher zu machen suchen.

Gesetzt, man pflanzt einen Apfelkern in die Erde ein, so wird, wie das Jedermann weiß, endlich ein Apfelbaum daraus mit Wurzel, Stamm, Zweigen und Blätterkrone, der sodann Blüthen trägt, und endlich wieder Aepfel entwickelt, in welchen Apfelkerne sich finden.

Mit Recht fragt man: wie ist dies zugegangen?

Vor gar nicht langer Zeit hatte man die thörichte Vorstellung, daß in dem Apfelkern eigentlich ein ganz kleiner, unserem Auge nicht sichtbarer Apfelbaum stecke,

der nur an Masse zuzunehmen brauche, um zu wachsen. Ja man ging so weit, zu glauben, daß auch alle Aepfel des künftigen Baumes in dem Kerne stecken, und da in den Aepfeln auch Kerne stecken, die wiederum Bäume werden, so war man genöthigt zu der Annahme, daß jeder Samen alle Pflanzen seiner Gattung in sich trage, die sich erst später entwickeln werden. Man nahm so eine „Einschachtelung“ an, nach welcher in einem einzigen Apfelkern eine nach Jahrtausenden erst sichtbare Geschlechtsreihe von Apfelbäumen eingeschachtelt ist.

Gegenwärtig hat die Forschung diese falsche Vorstellung ganz beseitigt, und man weiß, daß ein Apfelkern nur eine Gruppe von Zellen in sich hat, welche die Fähigkeit haben, sich nach Aufnahme von chemisch zubereiteten Speisen zu verdoppeln und neue Zellen zu bilden, die sich wiederum weiter verdoppeln und so im Stande sind, einen ganzen Baum zu bilden.

Aber mit dieser Fähigkeit sich zu verdoppeln ist zugleich noch etwas Anderes verbunden, das bisher noch nicht völlig erklärt ist. Die neugeborenen Zellen bleiben nicht alle so gestaltet, wie die alten, und die Theilung der Zelle, die Verdoppelung, geht nicht nach allen Seiten hin vor sich; denn in solchem Falle würde aus einem Samen immer nur ein nach allen Seiten hin größer und dicker werdendes rundes Klumpengewächs entstehen. Es gestalten sich, und es leben sich vielmehr die neuen Zellen nur nach gewissen Formen und gewissen Richtungen an.

Die Wurzel in der Erde wächst fadenartig nach

bestimmten Richtungen hin. Dies erklärt man sich dadurch, daß eine jede Wurzelzelle dorthin eine neue Zelle ansetzt, wo die meisten Nahrungsstoffe eindringen. Wenn man behaupten hört, daß die Pflanzen dorthin ihre Wurzeln richten, wo der nahrungsreichere Boden ist, so ist das ganz richtig. Aber man darf sich nicht denken, daß die Pflanzenwurzeln etwa einen Willen oder ein Streben haben, dorthin zu wachsen, sondern man muß sich vorstellen, daß die Zelle einer Wurzel eigentlich nach allen Richtungen hin sich abschnüren und verdoppeln könnte, und es auch thun würde, wenn genau von allen Seiten gleichviel Nahrung in ihre Wände eintreten würde. Dies ist aber unmöglich der Fall. An irgend einer Stelle der Zelle wird dieses Eindringen der Speise lebhafter, und die Theilung und Verdoppelung wird hier am begünstigtsten sein. Der neuen Zelle wird es nun ebenso gehen, und sie wird sich nach der Richtung hin verdoppeln, wo in ihrer Umgebung der meiste Nahrungsstoff vorhanden ist bis dann endlich in der That die Wurzel ihre Fäden in das Bereich der bessern Nahrung hineinstreckt. —

Wer es bedenkt, daß die leiseste Ungleichheit des Erdreichs, das ein Samenkörnchen umgiebt, hinreicht, den einzelnen Zellen der Wurzel verschiedene Richtungen zu geben, der wird es erklärlich finden, daß die Wurzelzellen nicht klumpenartig, sondern strahlenartig anwachsen und am meisten nach der Richtung hin, wo die äußere Umgebung das Wachsthum befördert.

XVII. Die Bildung des Baumes.

Während die Wurzel der Pflanze in die Erde hineinwächst und zwar, wie wir gezeigt haben, nach der Richtung des Ortes hin, woher ihr die Nahrung leichter zukommt, wächst auch der Theil der Pflanze, der aufwärts strebt, nach demselben Gesetz.

Fragt man: woher kommt es, daß die Pflanzen über die Erde aufwärts in die Luft hinein wachsen? weshalb legt sich hier nicht Zelle an Zelle nach jeder Richtung hin, weshalb steigt dieses Zellengebäude immer mehr aufwärts, als es in die Breite wächst? — so läßt sich hierauf eine ähnliche Antwort geben, wie die über das Wachsthum der Wurzel.

Die Luft über der Erde enthält ebenso gut eine Speise der Pflanze, wie die Erde selbst. In der Luft findet sich fortwährend eine Beimischung sowohl von Kohlensäure, wie von Ammoniak und Wasser. Der Theil der Pflanze also, der aufwärts wächst, wächst eigentlich nach der Richtung hin, woher ihm Nahrung zuströmt, das heißt: die Zellen vermehren sich nach der Gegend hin am stärksten, wo am leichtesten die Nahrung in sie einströmt.

Hierzu kommt noch, daß Licht und Sonnenwärme von oben her auf die Pflanze wirken, und diese, wie die Erfahrung lehrt, auf das Wachsthum und dessen Richtung von großem Einfluß sind, ohne daß man sich klare Rechenschaft von der Rolle geben kann, welche sie hier-

bei spielen. Den Einfluß des Lichtes sieht man am deutlichsten bei Gewächsen, die man in Zimmern aufzieht, wo alle Blätter und Zweige unverkennbar nach dem Fenster hin, wo das Licht einströmt, wachsen. Der Einfluß der Wärme ist so groß, daß in warmen Ländern und Treibhäusern wie in geheizten Zimmern die Gewächse Jahr aus Jahr ein ihren Blätterschmuck, ihre Blüthe- und Frucht-Zeit haben und ohne Unterbrechung zum Wachsthum vorschreiten.

Obwohl nun eine ganze Reihe von Einflüssen und Kräften auf die Pflanzen einwirken, so sind diese doch nicht ausreichend, um die verschiedenartigen Gestalten zu erklären, in welchen verschiedene Pflanzen sich ausbilden. Man ist deshalb zu der Annahme gezwungen, daß jede Zelle einer bestimmten Pflanze auch den neu sich bildenden Zellen eine Anregung verleiht, sich in bestimmter Form zu entwickeln, und daher rühren die verschiedenen Formen, welche den verschiedenen Pflanzen auch ihr verschiedenes Ansehen geben.

Betrachten wir demnach eine Pflanze höherer Gattung, z. B. einen Baum, so sehen wir, daß jede Gattung auch eine verschiedene Gestalt besitzt. Selbst im Winter, wo das Laub des Baumes abgefallen ist, wird jeder Aufmerksame die Eiche von der Kastanie, den Apfelbaum vom Kirschbaum zu unterscheiden wissen. Die Stellung des Stammes, die Ausbreitung seiner Zweige, die Beschaffenheit der Rinde ist an jeder Baum-Art anders als an der andern. Dies rührt offenbar von den Kräften her, welche bereits im Keime liegen,

von Kräften, die man wissenschaftlich noch nicht zu erforschen im Stande gewesen ist, deren Wirkung man jedoch der Beobachtung unterworfen hat, und die man, so verschieden sie auch auftreten, doch auf einfache und auf die über den Haushalt und das Leben der Pflanze in Folgendem festgestellten Gesetze zurückzuführen vermocht hat.

Während die Pflanzen niederer Gattung von Zellen gebildet werden, von denen jede das ganze Geschäft der Pflanze besorgt, findet in der Pflanze höherer Gattung eine wirkliche Theilung der Arbeit statt.

Die Wurzeln eines Baumes verrichten die Arbeit der Ernährung. Die Zellen der Wurzel nehmen die Speise aus der Erde in sich auf und vermehren sich. Aber sie bilden nicht einzig und allein Zellen ihres Gleichen, sondern es entwickeln sich aus ihnen auch die Zellen, welche den Stamm des Baumes bilden, der aufwärts strebt. Diese Zellen sind nicht nur in ihrer Bestimmung, sondern auch meist in ihrer Form verschieden von den Wurzelzellen. Diese Zellen dehnen sich oft zu großer Länge aus. Sie bilden statt hohler Kügelchen lange feine Röhrchen, die freilich immer oben und unten geschlossen sind. Die Röhrchen liegen dicht bei einander mit ihren Wänden, und tauschen durch diese ihre Säfte aus, ganz so, wie es die runden Zellen thun. Sie sind in der That nur langgestreckte Zellen, die mit einander der Länge nach verwachsend den Stamm eines Baumes bilden. Je mehr solche längliche Zellen vorhanden sind, desto dicker ist der Stamm; und je mehr

jede einzelne Zelle eine neue Zelle gebärt, desto höher wird derselbe. Aber diese Höhe hat wiederum eine Grenze, wo sie aufhört, ihresgleichen zu erzeugen; der Stamm fängt an, sich zu verzweigen, das heißt, die bisher mit einander verwachsenen Zellen sondern sich gruppenweise und strecken so Arme nach allen Richtungen aus, die wir die Zweige des Baumes nennen.

Auch diese Zweige bestehen aus Zellen-Bündeln, und auch diese Zellen vermehren sich ganz so durch Theilung, wie wir dies an andern Zellen schon kennen gelernt haben. Aber auch hier sondern sich einzelne Zellen-Bündelchen ab, die zu Stengeln werden, und aus denen sich wiederum Zellen bilden, welche sich zu Blättern, Blüthen und Früchten gestalten.

Blätter, Blüthen und Früchte sind also auch nur eine Sammlung feiner Zellen, die verschiedenartig aneinandergewachsen sind und deshalb im Ganzen in verschiedener Gestalt erscheinen.

XVIII. Das Leben eines Baumes.

Das Leben eines Baumes ist dem Leben einer einzelligen Pflanze ganz gleich; es findet nur der Unterschied statt, daß in einem Baume gewissermaßen ein ganzer großer Staat von vielen Billionen Zellen vorhanden ist, die gemeinsam leben, und in welchen deshalb eine höhere Organisation eintritt.

Ein einfaches Schimmelpflänzchen, das nur aus einer einzigen Zelle besteht, nimmt ebenso gut Speisen in sich auf, wie ein großer Baum, wächst ebenso wie dieser und scheidet gleich diesem auch neue Zellen aus, welche neue Pflänzchen hervorrufen. Aber es gleicht das Leben eines solchen Pflänzchens dem Leben eines einzelnen Menschen auf einer wüsten Insel, während das Zellen-Leben in einem Baume dem Leben des Einzelnen in einem großen Staate gleicht. Ein Einsiedler muß alles, was er zum Leben bedarf, sich selber zu beschaffen suchen. Er muß für sich selber Bäcker und Koch, Baumeister, Schneider, Schuhmacher, Arzt u. s w., Alles in einer Person sein; in einer geordneten Staatsgesellschaft ist dies nicht nöthig, hier verrichtet der Einzelne nur eine Art Arbeit, die allen Uebrigen zu Gute kommt. Die Menschen theilen sich in die Arbeiten. Einige übernehmen das Backen für alle Uebrigen, Andere übernehmen das Schneidern, wieder Andere versorgen alle Uebrigen mit Schuhwerk, und diese Theilung all' der Arbeiten, die eigentlich Jeder für sich selber machen müßte, geht so weit, daß ein Mensch sich sehr wohl befindet, sobald er sich nur die Fertigkeit in einer einzelnen Arbeit erworben hat und diese auch ausübt.

Den Zellen eines Baumes geht es ebenso.

Die Wurzelzellen nehmen die Nahrung aus dem Boden; aber nicht für sich allein, sondern für alle Zellen des Baumes. Sie verrichten eine Arbeit, die die übrigen Zellen nicht verstehen. Die Nahrung theilt sich den

Zellen des Stammes mit, und diese leisten dafür eine andere Arbeit. Sie bilden sich zu massiven Trägern der Krone des Baumes aus. Die Zellen des Stammes führen ein ganz eignes Leben und verrichten eine ganz eigenthümliche Arbeit, die wir in Kürze kennen lernen müssen.

Wer schon einmal beobachtet hat, wie es Bäume in Wäldern giebt, welche inwendig ganz und gar ausgefault und hohl sind, die aber trotzdem Blätter und Früchte tragen, der wird schon die Bemerkung gemacht haben, daß eigentlich die Nahrung des Baumes nicht durch den ganzen dicken Stamm aufsteigt, sondern nur durch die unter der Borke des Stammes liegende Schicht. Und so ist es auch. Ein Baum stirbt ab, sobald man an irgend einer Stelle des Stammes einen Schnitt rings durch die Borke und die unter ihr liegende Schicht macht.

In der That nimmt an dem eigentlichen Leben des Baumes nur immer die äußerste Schicht des Stammes Theil. Die Zellen dieser Schicht befinden sich in jener Thätigkeit, welche wir an den Zellen überhaupt kennen gelernt haben. Allein dies währt nur durch die Sommerzeit. Mit Eintritt des Herbstes beginnen die Wände der Zellen sich zu verdicken, so daß sie ihren flüssigen Inhalt verlieren und sich statt dessen mit einer festen Masse ausfüllen, aus welcher früher nur die Wand der Zelle bestand. Im gewöhnlichen Leben nennt man diese Masse die H o l z m a s s e. — Mit jedem neuen Jahr bildet sich rings um den ganzen Stamm eine neue

Schicht von Zellen, die am Leben des Baumes Theil nehmen, während die vorjährigen Schichten, die verholzt sind, nur dazu dienen, den ganzen Bau zu tragen. Durchschneidet man einen Baumstamm, so kann man auf der Schnittfläche sehr deutlich die Kreise sehen, welche mit jedem Jahr entstanden sind, so daß man an der Zahl derselben mit voller Bestimmtheit das Alter des Baumes abzählen kann.

Verrichten so die Zellen des Stammes eine ganz andere Arbeit als die der Wurzeln, und kann man diese als die festen Stützen des ganzen Zellenstaates ansehen, so haben Zweige und Blätter wieder eine ganz andere Arbeit zu verrichten, die Bestimmung ihres Lebens ist wiederum eine andere.

Ein Baum zieht seine Nahrung meist aus der Erde; aber einen Haupt-Nahrungsstoff, die Kohlensäure, entnimmt er auch aus der Luft, und dies geschieht vornehmlich von den Blättern.

In der Luft ist immer ein kleiner Theil Kohlensäure beigemischt. Diese Kohlensäure bildet eine Speise der Pflanze, und zu diesem Behuf besitzen die Blätter außerordentlich feine Oeffnungen, durch welche die Kohlensäure von den Pflanzen aufgenommen wird. Der große Reichthum an Blättern, welche jeder Baum besitzt, ist deshalb nöthig, damit der Baum stets von einer großen Masse Luft umgeben ist. Jedes einzelne Blatt eines Baumes ist mit unzähligen Oeffnungen zur Einnahme der Kohlensäure ausgestattet, und es vermag daher ein Baum hinreichend diese seine Speise aus der

Luft zu beziehen, obwohl die Kohlensäure nur in sehr geringer Portion der Luft beigemischt ist.

Aber auch eine Ausscheidung unbrauchbarer Stoffe geschieht durch die Blätter. Die Blätter dunsten Wasser aus und geben namentlich im Sonnenschein Sauerstoff von sich. Die Blätter also, die ebenfalls nichts sind als aneinandergefügte feine Zellen, verrichten eine besondere Arbeit, die dem ganzen Baum zu Gute kommt, und bilden daher den nützlichen und thätigen Bürger im Haushalt des großen ganzen Zellenstaates, den ein Baum darstellt. —

XIX. Das Wunder der Blüthe.

Das Leben eines Baumes ist von seiner Entstehung bis zur Zeit seiner Blüthe und Befruchtung einigermaßen erklärlich durch das gemeinsame Leben der Zellen, aus welchen er besteht. Das Räthselhafte im Leben eines Baumes ist nicht viel größer als das Räthsel im Leben einer einzelnen Zelle. Denn ein Baum ist nichts als ein Staat einzelner Zellen.

Bei der Blüthe und Befruchtung aber tritt ein neues Räthsel ein, dessen Lösung schon bei weitem schwieriger ist.

Ein jeder Baum, sowie jede Pflanze überhaupt entwickelt zu einer bestimmten Zeit eigenthümliche Blüthen. Diese Blüthen sind in Wahrheit auch nur ein Gewebe

von Zellen. So verschieden sie auch an Farbe, Gestalt, Geruch und Inhalt sind, so entstehen sie doch an sich nicht anders als diejenigen Zellen, die etwa Blätter bilden; aber in der Blüthe liegt ein bestimmter Zweck, der nicht mehr mit dem Baum in Verbindung steht, sondern einzig und allein darauf ausgeht, einen Theil des Baumes vom Baume zu trennen und einen neuen Baum entstehen zu lassen, der mit dem alten nicht mehr im Zusammenhang ist.

So lange man von dem Zweck der Blüthe absieht, kann man sich vorstellen, daß in jeder Zelle des Baumes einzig und allein Kräfte thätig sind. durch welche neue Zellen gebildet werden Entständen auch aus diesen Zellen ohne Weiteres Blüthen und Früchte, so würde man sich vorstellen können, daß ein gewisser Ueberschuß, den der Baum an Säften und Kräften habe, durch die Früchte abgethan werde. Allein das ist nicht der Fall; es geht vielmehr mit einer Blüthe, die Frucht werden soll, etwas Räthselhaftes vor, das nicht mehr in der Zelle selber steckt, sondern von außen her in sie zu diesem bestimmten Zweck hineingetragen wird. Wir meinen die Befruchtung.

Um dieses Räthselhafte so recht einzusehen, müssen wir noch an Folgendes erinnern.

Jedermann weiß es sicherlich, daß man von einem Baum nur einen kleinen Zweig abzuschneiden und diesen in die Erde zu stecken braucht, um einen jungen Baum entstehen zu lassen. In der Rinde des Zweiges sitzen nämlich Wurzelzellen, in dem Zweige selbst existiren



Stammzellen, an diesen befinden sich auch Stengel- und Blattzellen, so daß ein kleiner Zweig eigentlich ein kleiner Baum ist. Steckt man ihn in die Erde, so giebt man ihm Gelegenheit, seine Wurzelzellen reicher zu entwickeln und schlägt er erst Wurzel, so vermehren sich seine übrigen Zellen ganz naturgemäß; er wächst also und wird ein neuer Baum.

Durch solche „Ableger" könnte sich also das Dasein der Pflanzen ganz gut fortpflanzen uud vermehren; und in der That geschieht dies auch so, sowohl künstlich wie natürlich. Sowohl Menschenhände, wie auch viele Pflanzen und Bäume selber bilden solche „Ableger." Aber durch solche Art der Fortpflanzung kommt nie und nimmer eine Frucht zu Stande.

Pflanzen der verschiedensten Gattung können so gezogen werden. Diese Pflanzen werden auch blühen aber niemals Früchte tragen.

Gewisse Blüthen tragen zwar die Möglichkeit in sich, zu Früchten zu werden; aber sie werden dies nun und nimmermehr, sobald nicht noch etwas Eigenthümliches dazu kommt, nämlich die Befruchtung.

Wie dies zu Stande kommt, hat man sehr genau beobachtet; was aber noch dahintersteckt, das ist bis jetzt vollkommen unerklärt.

Es giebt verschiedene Blüthen. Es giebt Blüthen, welche in der Mitte ihres Kelches einen Theil haben, der befruchtet werden muß, diesen nennt man den weiblichen Theil der Blüthe; rings um diesen Theil befinden sich feine Staub-Behälter, welche man den männ-

lichen Theil der Blüthe nennt. Dieser Blüthenstaub ist wiederum auch nur eine Zelle, ein Bläschen, das einen Saft in sich einschließt. Soll nun der weibliche Theil der Blüthe zur Frucht werden, so muß durchaus solch' ein männliches Blüthenstäubchen zu ihm gelangen und es — wie man es nennt, befruchten.

Es giebt aber auch Blüthen, die an sich keinen sogenannten männlichen Theil haben; dafür aber wachsen auf demselben Baum noch andere Blüthen, die nur männlich sind, nnd der Fruchtstaub muß hier von dieser männlichen Blüthe zur andern gelangen, um diese zu befruchten. Es giebt aber auch Bäume, die nur weibliche Blüthen .tragen; sie werden aber befruchtet durch Bäume derselben Gattung, welche nur männliche Blüthen haben, und deren Blüthenstaub durch den Wind, durch Insekten u. s. w. zu den weiblichen Bäumen getragen wird.

Sehen wir auch von all' den oft sehr wunderbaren Umständen ab, durch welche eine Zelle, der Blüthenstaub, zur andern Zelle, den weiblichen Fruchtknoten gelangt, so findet man feststehend, daß jede weibliche Blüthe den Zweck hat, eine Frucht zu werden, daß aber in ihr nicht die Kraft liegt, diesen Zweck zu erreichen, sobald ihr nicht von einer andern, mit ihr gar nicht in Verbindung stehenden Zelle, die sogar oft erst von einem andern Baume herkommen muß, noch etwas hinzugetragen wird.

Hier sehen wir also nicht mehr das Entwickelungsleben einer Zelle, sondern die weit weniger erklärliche

Einwirkung zweier Zellen von verschiedener Natur und Beschaffenheit zu einem bestimmten Zwecke.

Dies ist ein neues Moment im Pflanzenleben, das wir näher betrachten müssen.

XX. Ein namenloses Räthsel.

Das Räthselhafte in dem Dasein einer Blüthe besteht darin, daß ebenso die männliche Blüthe, wie die weibliche Blüthe für sich selber ganz zwecklos erscheinen, und daß sie gleichwohl einen ganz bestimmten Zweck haben, der nur dann erreicht wird, sobald ein Theil der männlichen Blüthe zur weiblichen gelangt.

Denken wir uns nun den vielfach in der Pfanzenwelt vorkommenden Fall, daß weibliche und männliche Blüthen nicht auf einem und demselben Baume, sondern getrennt auf zwei oft weit von einander entfernten Bäumen wachsen, so sehen wir auf jedem dieser Bäume eine Schöpfung, die allein ihren ganz bestimmten Zweck, eine Frucht zu erzeugen, nicht erreichen kann, und des andern Baumes bedarf, um ihren Zweck zu erfüllen.

Dies ist aber etwas, das nur in der lebenden Natur vorkommt; in der nichtlebenden Natur finden wir nichts dergleichen, ja nicht einmal eine Erscheinung, die nur entfernt eine Aehnlichkeit damit hat.

Die männlichen Blüthen sind außerordentlich reich an Fruchtstäubchen. Sie streuen diesen aus, und viele

Billionen solcher Stäubchen gehen verloren, ohne zu befruchten; es genügt, wenn nur Ein solches Stäubchen auf eine weibliche Blüthe gelangt, um daselbst eine Frucht zu erzeugen. Dieser Umstand ist zwar wunderbar genug, aber es läßt sich doch mindestens begreifen, und man braucht für die Wanderung eines solchen Blüthenstäubchens keine geheime besondere Kraft anzunehmen, sondern kann sie auf Rechnung des Windes, der Insekten u. s. w. schreiben, die die Stäubchen von Blüthe zu Blüthe tragen; was auch wirklich der Fall ist.

Aber hierdurch ist keineswegs das Räthsel gelöst, daß auf dem einen Baume ein Ding sich ausbildet, welches ganz unzweifelhaft keinen andern Zweck hat, als eine Frucht zu werden, daß aber dieser Zweck nicht erreicht werden kann, wenn nicht auf einem andern, oft meilenweit entfernten Baume etwas wächst, das zu diesem Zweck verhilft!

Die Naturwissenschaft bemühte sich bisher vergeblich, eine Auflösung dieses Räthsels zu finden; ja, man ist nicht einmal im Stande, ein richtiges Wort für diesen unbegreiflichen Zusammenhang zwischen zwei ganz von einander getrennten Bäumen zu ersinnen.

Wir haben zwar gesehen, daß schon im Wachsthum der Pflanze etwas liegt, das noch unerklärt ist. Es ist die eigene Art Chemie, die der innere Schlauch der Wurzelzelle spielt, eine Chemie, die Pflanzensaft aus solchen Stoffen bildet, welche wir nicht in Pflanzensaft verwandeln können. Das ist zwar auch ein Räthsel; aber wir wissen recht gut, wo das Räthsel steckt, und

sind auch im Stande, den richtigen Namen dafür anzugeben. Der innere Schlauch der Zelle, den man Primordialschlauch nennt, treibt offenbar Chemie. Zwar eine Chemie, die wir nicht nachmachen können; aber die doch mindestens uns sow.it erkennbar ist, daß sie für uns nur als eine höhere Stufe der chemischen Wirksamkeit dasteht. Die Pflanzen-Chemie gehört schon in das Gebiet des menschlichen Erkennens, und es sind bereits herrliche Untersuchungen derselben von glänzenden Resultaten für die Wissenschaft wie für die praktische Landwirthschaft daraus entsprungen.

Andererseits finden sich auch in der unbelebten Natur mannigfache Erscheinungen, die noch nicht wissenschaftlich klar gemacht worden sind. Man ist z. B. über die Natur des Lichtes, der Elektrizität, des Magnetismus, der Wärme u. s. w. noch sehr im Dunkeln; allein auch hier ist die Wissenschaft soweit gekommen, daß sie sowohl die Umstände, wie die Kräfte, welche in all' den noch dunkeln Dingen thätig und wirksam sind, näher kennen gelernt hat.

Was jedoch für Umstände oder Kräfte zwischen den Blüthen auf zwei verschiedenen Bäumen obwalten, von denen nicht jede für sich, sondern beide durchaus für einander geschaffen sind, das ist ein Räthsel, welches wir weder dem Begriff, noch auch nur dem Namen nach zu bezeichnen im Stande sind.

Das ist ganz entschieden nicht Chemie und auch nicht Physik — sondern etwas anderes, das völlig unbekannt ist. Wir werden sehen, daß dieses unbekannte

Etwas in der Thier- und Menschenwelt eine noch größere Rolle spielt, und daß man hierbei eine Kraft annehmen mußte, welche äußerst dunkeln Ursprungs und unter dem Namen „Instinkt" bekannt ist.

Zwar haben manche Naturforscher für dieses Räthsel, diese Ausbildung zweier Geschlechter und ihre Vereinigung zu Einem Zweck, etwas Aehnliches auch in der unbelebten Natur zu finden geglaubt. Männlich und weiblich soll hiernach eine Aehnlichkeit mit Nordpol und Südpol im Magnetismus, mit positiver und negativer Elektrizität, mit der Lehre von den „Säuren" und den „Basen" in der Chemie haben. Allein wissenschaftlich ist nichts Derartiges als begründet anzusehen; es haben Annahmen solcher Art wohl zu geistreichen Spekulationen, aber nicht zu wirklichen wissenschaftlichen Resultaten geführt.

Daher ist es für jetzt besser, daß man die Unkenntniß eingesteht, und seinen Wissensdurst mit der Hoffnung beruhigt, daß die Wissenschaft fortschreitet und sicherlich auch hinter diese Geheimnisse des Lebens einmal kommen wird — wenn auch erst in einer Zeit, wo noch viele, viele Menschengeschlechter dem Geheimniß des Todes verfallen sein werden.

XXI. Das Räthsel des Lebens und das Räthsel des Todes.

Auch derjenige, der nur oberflächlich die Natur betrachtet, wird bereits wahrgenommen haben, daß das Blühen und Früchteerzeugen so eigentlich der Kern des Lebens der Pflanze ist.

Wenn die Pflanze die Zeit der Blüthe hat, dann ist sie am frischesten und kräftigsten. Wenn die Blüthe sich zur Frucht ausbildet, beginnt ein Stillstand im Wachsthum der Pflanze. Wenn die Frucht stark zunimmt, merkt man es der Pflanze ab, das sie an Kraft verliert. Wenn die Frucht reif geworden ist, dann fällt sie ab und mit diesem Moment beginnt auch die Pflanze abzusterben, ein großer Theil der Pflanzen für immer, ein anderer Theil, z. B. die Bäume, für dieses Jahr oder mindestens doch für einige Zeit. —

Bedenkt man dies, so muß man erkennen, daß das Leben der Pflanze einen gewissen Zweck hat, daß der Zweck der Pflanze in dem Hervorbringen der reifen Frucht besteht, und daß nach Erfüllung dieses Zweckes das Absterben der Pflanze entweder vollständig oder doch zum Theil wenigstens stattfindet. Wir beobachten demnach an einer Pflanze eine ganze Geschichte. Zuerst erwacht in ihr das Leben, und sie wächst für sich selber; sodann, wenn sie eine gewisse Stufe ihrer Entwickelung erreicht hat, treibt sie Blüthen. Sind diese ausgebildet, so findet eine höchst räthselhafte Begattung derselben statt, die die Blüthe fähig macht, zur Frucht zu werden.

Ist es so weit gekommen, so hat die Pflanze meist aufgehört, für sich zu leben; ihre Hauptfähigkeit ist der Ausbildung der Frucht gewidmet. Ist die Frucht fertig, so ist auch die Geschichte der Pflanze, oder mindestens ein zeitweiliger Abschnitt derselben beendet.

Da aber die Frucht an sich auch nicht die Hauptsache, sondern der in ihr enthaltene Samen der unverkennbare Zweck der Frucht ist, da dieser Samen wiederum die Bestimmung hat, die ganze Geschichte der vorhergegangenen Pflanze zu wiederholen, so ist es vollkommen richtig, wenn man sagt, daß die Pflanzen einen gewissen Lebenslauf fort und fort wiederholen, einen Lebenslauf, der ein Entstehen, ein Heranbilden, ein Ableben und ein Vergehen in sich trägt; aber zugleich dafür sorgt, daß, ehe noch das Absterben erfolgt, ein neuer Keim des künftigen Lebens vorhanden ist, der eine ganz gleiche Geschichte des Lebens zu durchlaufen haben wird.

Auch hierfür weiß die Naturwissenschaft auf ihrem jetzigen Standpunkt keinen Grund anzugeben; das heißt: es reicht die Erkenntniß der Naturkräfte, wie sie in der Physik, und der Naturerscheinungen, wie sie in der Chemie bekannt sind, nicht aus, um die Fragen, die sich in dem Lebenslauf der Pflanzen aufdrängen, zu beantworten.

Das Leben der Pflanze ist noch ein großes ungelöstes Räthsel, der Lebenslauf und der Tod der Pflanze ist nicht minder ein Räthsel, das noch erst gelöst werden muß.

Der Tod der Pflanze ist eifrig beobachtet worden, und man erkennt die Erscheinungen desselben genau genug; den Grund desselben weiß man aber nicht.

Die Wurzelzellen fangen an unwirksam zu werden, die innern Hüllen der Zellen verdicken sich und werden holzig, wodurch die Nahrung nicht mehr so leicht Eingang findet. Zu gleicher Zeit dunsten Stamm und Blätter der Pflanzen reichlicher Wasser aus und vertrocknen deshalb. Zum Theil werden sie zu Holz, zum Theil zu Stroh, zum Theil fallen sie welk zusammen, so daß die Luftarten, aus welchen sie bestehen, entweichen, und nur der nicht luftartige Bestandtheil als staubig mürbe Masse übrig bleibt. Die ehemalige Fabrik der Pflanze, in welcher aus Kohlensäure, Wasser und Ammoniak der organische Pflanzensaft fabrizirt wurde, geräth in's Stocken. Die innere Hülle der Zellen, die man Primordialschlauch nennt, und die eine Lebensthätigkeit entwickelt, welche so eigentlich der Fabrikant in der Pflanze war, diese Hülle verliert ihre ehemalige Kraft, und mit ihr stirbt alles Andere ab.

Soweit kennt man den Vorgang; aber man kennt den Grund desselben nicht!

Die Wissenschaft weiß nicht zu sagen, was der Entwickelung einer Pflanze ein Halt! zuruft, sobald sie so weit ist, Früchte hervorzubringen. Man schließt nur aus all' den Erscheinungen, daß die reife Frucht der Zweck des Lebens der Pflanze ist, und daß ihr Tod erfolgt, wenn ihr Zweck erfüllt ist.

Es erfolgt der Tod der Pflanze, wenn sie für das

fernere Leben der Nachkommenschaft gesorgt hat. An der Wiege des künftigen Lebens baut sich der Sarg des gegenwärtigen auf. Die Pflanze stirbt, aber nicht die Pflanzenwelt. Der Zweck der Pflanze, die Frucht der Pflanze, das Kind der Pflanze hat von der Mutter einen neuen Lebenszweck geerbt; es wird ebenfalls diesen Zweck erfüllen, ebenfalls sterben und ebenfalls denselben Zweck weiter vererben!

All' das sind Wahrheiten, die die Naturwissenschaft nicht leugnet; aber sie kennt die Gründe nicht. Sie vermuthet nur, daß dieser sich ewig wiederholende Kreislauf des Pflanzenlebens in enger Verbindung mit dem großen Kreislauf des Erdlebens stehen mag, in welchem sich Erscheinungen wiederholen, deren Dauer oft nach Jahrtausenden erzählt werden muß.

XXII. Der Uebergang zur höhern Lebensstufe.

Werfen wir noch einmal einen Blick auf den gesammten Charakter des Pflanzenlebens, so ergiebt sich für jeden Unbefangenen die Wahrheit, daß das eigentliche Wesen des Lebens noch unerforscht, daß die Naturwissenschaft noch nicht dazu gelangt ist, anzugeben, durch welche Naturkräfte unbelebte Stoffe in belebte umgestaltet werden.

Es giebt noch jetzt viele und sehr bedeutende Naturforscher, die alle Räthsel des Lebens auf Rechnung

einer unbekannten „Lebenkraft" schreiben. Sie behaupten hierbei etwa Folgendes: Eben so gut wie in der unbelebten Natur allen Stoffen eine Anziehungskraft verliehen ist; eben so gut wie einzelnen Stoffen auch eine Abstoßungskraft innewohnt, ebenso wie gewisse Materien gewisse Eigenschaften besitzen, welche wir als Naturkräfte bezeichnen; ebenso existire eine Lebenskraft, die ursprünglich nicht den unbelebten Stoffen innewohnt, die aber im Stande ist, auf unbelebte Stoffe einzuwirken und hier Erscheinungen hervorzurufen, die sie beleben. Sie nehmen also an, daß es einerseits eine todte Materie und andererseits eine Lebenskraft gebe, und allenthalben, wo diese Lebenskraft in die todte Materie eintritt, belebt sie dieselbe für einige Zeit, um sie dann zu verlassen und andere todte Materie zu beleben.

Wer dergleichen annimmt, schreibt gewissermaßen den Pflanzen, diesen niedrigsten Gebilden des Lebens, auch eine Art Seele zu. Zwar keine bewußte und empfindende Seele; aber doch eine Seele, welche die Ernährung, das Wachsthum, die Befruchtung, die Zeugung der Pflanze leitet und nach einem bestimmten Plane leitet.

Annahmen dieser Art sind freilich im Einklang mit hergebrachten Meinungen; aber sie fördern die wirkliche Naturforschung nicht, denn sie schreiben nur eine gewisse Reihe räthselhafter Naturerscheinungen auf Rechnung eines noch größern Räthsels.

Man darf diese angenommene „Lebenskraft" nicht

dadurch rechtfertigen, daß man ja auch in der ganzen Naturwissenschaft annimmt, daß Kräfte thätig sind, daß z. B. die Anziehungskraft ebenfalls nur eine Annahme ist, durch welche viele Naturerscheinungen erklärt werden. Man darf dies, sagen wir, nicht so rechtfertigen, denn es ist wissenschaftlich ein himmelweiter Unterschied zwischen der Annahme einer „Lebenkraft" und der Annahme einer „Anziehungskraft". — Durch die Lebenskraft ist auch nicht die geringste Erscheinung in der Natur jemals wirklich erklärt worden; dahingegen ist durch die Annahme der Anziehungskraft nicht nur eine unendlich große Masse von Erscheinungen vollkommen und ausreichend erklärt worden, sondern es werden noch immer die bewunderungswürdigsten Entdeckungen durch diese Annahme der Anziehungkraft im Voraus gefunden und berechnet. — Seit den zweihundert Jahren, daß der große Natürforscher Newton die Anziehungskraft als eine Wahrheit aufgestellt hat, hat sich bis auf die neueste Zeit diese Wahrheit nicht nur bestätigt, sondern jeder neue Fortschritt der Wissenschaft ist ein neuer Sieg dieser Annahme gewesen; jede neue Entdeckung, die Entdeckung der Doppelsterne, die Entdeckung neuer Planeten, lauter Dinge, von denen Newton keine Ahnung haben konnte, haben seine Annahme immer mehr bekräftigt. Dahingegen ist mit der Annahme der „Lebenskraft" gerade das Entgegengesetzte der Fall. Mit jedem neuen Fortschritt in der Wissenschaft fand es sich, daß gewisse vormals unerklärte Erscheinungen, welche man auf Rechnung der noch unbekannten Lebenskraft geschrieben

hatte, von Ursachen herrühren, denen anderweitige Kräfte zu Grunde liegen; wir erinnern hier nur an die Entdeckungen der Endosmose, an die natürliche Erklärung der Wärme des Blutes durch die Athmung, und an die Entdeckungen Du Bois=Reymonds, welche zeigen, daß bei der Bewegung der Muskeln und der Thätigkeit der Nerven nicht eine unerklärte Lebenskraft, sondern die auch in der unbelebten Natur sich zeigende Elektrizität eine so unendlich große Rolle spielt.

Dieser Umstand, daß fast jede neue Entdeckung auf dem Gebiet der lebenden Natur die Annahme einer Lebenskraft beschränkt, ist ein schlimmes Zeichen für die Wahrheit solcher Annahme und drängt diese derart aus dem Bereich der Wissenschaft, daß sich die tüchtigsten Naturforscher der neuesten Zeit scheuen, zu ihr ihre Zuflucht zu nehmen, wenn sie im Gebiet des Lebens auf unerklärte Erscheinungen stoßen. —

Es sei dem indessen wie ihm wolle, so steht doch so viel fest, daß die Pflanzenwelt die Werkstätte ist, vermittelst welcher die Natur unbelebte Stoffe in belebte umwandelt, denn wir werden jetzt, wo wir auf das Leben der Thiere und des Menschen übergehen, sofort sehen, daß weder Thier noch Mensch im Stande ist, unbelebte Stoffe als Speise in sich aufzunehmen, daß vielmehr all' das, was den menschlichen oder den thierischen Leib aufbauen soll, durchaus erst Pflanze gewesen sein muß.

Die Pflanze baut sich auf aus *unbelebten* Stoffen; man kann daher mit Recht sagen: die Pflanzen=

welt besteht aus verwandelten unbelebten Stoffen, welche als Pflanze lebendig werden. Thiere und Menschen, die eine höhere Stufe des Lebens einnehmen, können nur Pflanzenstoffe verspeisen, können ihren Leib nur aufbauen, wenn sie Pflanzen verzehren. Es ist also eine volle Wahrheit, wenn man sagt: der lebendige Leib der Thiere und Menschen ist nichts als verwandelte und zum höhern Leben entwickelte Pflanze.

Es ist dies eine volle Wahrheit, wenn auch dieser Gedanke demjenigen wunderlich und sonderbar erscheint, der ihn zum Erstenmale hört.

XXIII. Vom Leben des Thieres.

Wir kommen jetzt zum Leben der Thiere, müssen aber vorerst den innigen Zusammenhang, welcher zwischen dem Dasein der Thiere und der Pflanzen stattfindet, recht deutlich zu machen suchen.

Alle Welt weiß, daß es Thiere giebt, welche Pflanzenkost allein essen. Hierzu gehören alle unsere Hausthiere. Es giebt auch andere Thiere, welche man Fleischesser nennt. Unter diesen versteht man meistens die wilden Thiere. Sie essen nicht nur Fleisch allein, sondern überhaupt thierische Stoffe, wie Milch, Eier u. s. w. Endlich giebt es Thiere, die gemischte Kost verzehren, das heißt, zum Theil Pflanzenkost, zum Theil Thierstoffe. Ein Thier dieser Art ist namentlich der Mensch.

Pflanzenstoffe sowohl wie Thierstoffe sind, wie wir bereits wissen, organische Stoffe. Es sind Stoffe, die nur durch eine Art Leben entstehen, entweder durch Leben der Pflanze, oder durch ein Leben des Thieres; und solche bereits dem Leben angehörige Stoffe können zur Speise für Thiere dienen. Es giebt aber kein Thier, das unbelebte, oder einfacher ausgedrückt, unorganische Stoffe als Speise zu sich nimmt.

Nur die Pflanze lebt von unorganischen Stoffen; sie speist Wasser, Kohlensäure, Ammoniak und hierzu noch eine geringe Portion von Salzen, die sich in der Erde finden. Ein Thier kann jedoch von solcher Speise nicht leben.

Der Einfachheit wegen wollen wir für jetzt nur ein Thier betrachten, das nichts als Pflanzenstoff genießt, also irgend ein Hausthier, ein Pferd, einen Ochsen, ein Huhn u. s. w., und einmal zeigen, in welchem Verhältniß solch' ein Thier zur Pflanzenwelt steht. —

Zu diesem Zweck müssen wir uns den Gedanken ganz klar machen, den wir bereits ausgesprochen haben, den Gedanken, daß ein Thier leiblich eigentlich nur eine wunderbar verwandelte Pflanze ist.

So fremdartig dies für den ersten Augenblick demjenigen klingen mag, der dies zum Erstenmale hört, so klar wird es doch Jedem, der Folgendes wohl bedenkt.

Es ist durch die Chemie in tausendfältigen Untersuchungen ganz genau festgestellt worden, daß ein Thier netto aus denselben chemischen Stoffen besteht, aus

welchen die Speisen bestehen, die es aufgegessen hat. Klarer ausgedrückt heißt dies wie folgt: Wenn man ein Thier, z. B. ein Pferd, tödtet und es einem Chemiker bringt, damit er untersuche, aus welchen chemischen Grundstoffen dasselbe mit Haut und Haaren, Fleisch und Knochen, Zähnen und Hufen, Blut, Sehnen und Nerven besteht, so findet der Chemiker, daß all' dies eigentlich nur aus Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff gemacht ist, zu welchen noch eine Portion anderer Stoffe, wie Eisen, Schwefel, Phosphor, Calcium, Natrium u. s. w. hinzugekommen sind. — Bringt man nun demselben Chemiker genau soviel Hafer, Wasser u. s. w., wie das Pferd schwer ist, so findet er, daß in dieser Speise des Pferdes netto auch nichts anderes ist als Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff, gemischt mit kleinen Portionen von Eisen, Schwefel, Phosphor, Calcium, Natrium u. s. w.

Hieraus folgt, daß das Pferd und seine Speise ganz genau aus völlig gleichen Grundstoffen bestehen.

Dies allein muß schon auf den Gedanken führen, daß ein Pferd nichts anderes ist als seine aufgegessene Speise, und da dasselbe bei allen Thieren der Fall ist, so muß man schließen, daß alle Thiere nichts sind als die Stoffe, welche sie verzehrt haben.

Dieser Gedanke wird aber auch anderweitig durch die Wissenschaft auf's Gründlichste bestätigt.

Die Forschung über das Leben, was man wissenschaftlich mit dem Namen „die Physiologie" bezeichnet, lehrt auf's allerbestimmteste Folgendes.

Ein Thier, das Speisen zu sich nimmt, hat einen Apparat, einen Magen in sich, der die Speisen verdaut, das heißt, in einen Brei umwandelt. Vom Magen geht dieser Brei in den Darm, in welchem derselbe noch feiner verarbeitet und eine Art Milchsaft wird. Alles, was hierzu nicht tauglich ist, wie die unverdaulichen Theile der Speise, scheidet der Darm in seiner untern Oeffnung wiederum aus, während der Milchsaft durch die Haut des Darmes hindurch in feine Kanäle einströmt, die sich zu einem einzigen Schlauch vereinigen. Dieser Schlauch führt aber in eine Hauptader, in welcher sich Blut befindet, das zum Herzen strömt. Der Milchsaft geht also in's Blut über, und wird — freilich in noch nicht ganz erklärter Weise — wirkliches Blut.

So wird denn aus Speise, in unserm Beispiel aus dem Hafer, den ein Pferd ißt, wirklich Blut.

Nun aber wird durch die Thätigkeit des Herzens das Blut in alle Theile des Körpers getrieben, und hier entsteht an jeder Stelle aus dem Blut thierischer Körper. Aus dem Blut wird Fleisch, Knochen, Auge, Gehirn, Sehne, Haut, Haare, Hufe u. s. w.; mit Einem Worte: aus dem Blute wird Thier; aus dem Blute des Pferdes wird Pferd.

Fassen wir also all' das Gesagte zusammen, so ergiebt sich, daß aus Hafer Blut wird, daß aus Blut Pferd wird. Pferd ist also verwandeltes Blut; Blut ist verwandelter Hafer, ein Pferd ist also im vollen Sinne des Wortes: Hafer in verwandelter Form.

So ist es; wahr und wirklich. So lehrt es die gewissenhafteste Forschung des Lebens, die Physiologie; so bestätigt sie die Erfahrungen der Chemie, die wir bereits erwähnt haben.

XXIV. Der Uebergang von den Pflanzen zur Thierwelt.

Bekanntlich giebt es auch Thiere, welche nur Fleisch essen, und man könnte von solchem Thiere meinen, daß es mit der Pflanzenwelt nicht im Zusammenhange stehe. Allein, wenn man erwägt, daß der Löwe, der ein Lamm verzehrt, im Grunde genommen kein anderes Fleisch zu essen bekommt als solches, woraus das Lamm besteht; wenn wir hierzu bedenken, daß das Lamm sein Fleisch nur aus der Pflanzenkost erhalten hat, die es gegessen, so liegt es klar am Tage, daß der fleischfressende Löwe zwar nicht direkt Pflanze gegessen hat, aber doch nichts als verwandelte Pflanze, die Lamm-Körper geworden ist.

Noch einfacher läßt sich einsehen, daß ein Thier, welches von gemischter Kost, also zum Theil von thierischen, zum Theil von Pflanzenstoffen lebt, im Grunde genommen auch nichts ist als ein Wesen, das sein Leben und seinen Leib der Pflanze zu verdanken hat; oder was dasselbe ist: ein Wesen, das man als verwandelte Pflanze ansehen kann.

„Alles Fleisch ist Gras!" Diesen Ausspruch that

schon ein religiöser Dichter des höchsten Alterthums, wahrscheinlich ohne zu ahnen, daß dies nicht nur im bildlich moralischen, sondern auch im wirklichen wissenschaftlichen Sinne vollkommen wahr ist.

Hieraus aber ergiebt sich der innigste Zusammenhang zwischen der Pflanzenwelt und der Thierwelt. Die Thierwelt kann ohne die Pflanzenwelt nicht existiren. Das Leben des Thieres ist vom Leben der Pflanze abhängig. Es knüpft sich hier Leben an Leben, es zeigt sich eine naturgemäße Entwickelung, die bis zum Leben in seiner höchsten Form aufsteigt, bis zum Leben des Menschen, dessen Wesen so himmelweit vom Wesen einer Pflanze verschieden erscheint.

Demjenigen, dem dieser Gedanke trotz all' der sichersten Ergebnisse der Wissenschaft fremdartig, ja sogar unwahr vorkommt, dem wird er hoffentlich näher geführt werden, wenn wir nunmehr zeigen, wie es selbst in der Thierwelt Wesen giebt, die kaum von den Pflanzen unterschieden werden können, und was wir später sehen werden, — wie selbst wir Menschen im bedeutendsten Theil unseres Daseins eine Art Pflanzenleben führen, was man wissenschaftlich mit dem Namen „das vegetative Leben" bezeichnet.

Daß eine Katze ein ganz anderes Wesen ist als eine Mohrrübe, das brauchen wir schwerlich Jemandem zu sagen; aber es giebt wirklich Wesen, von denen selbst die bedeutendsten Naturforscher nicht zu sagen wissen, ob sie Pflanze oder Thier sind.

Im Wasser, namentlich im stehenden faulenden

Wasser, trifft man sehr oft auf äußerst feine, dem bloßen Auge unsichtbare und nur durch Vergrößerungsgläser, durch Mikroskope, zu entdeckende grüne Kügelchen, welche zu Hunderten in einem Tröpfchen, das an einer Nadelspitze hängen bleibt, herumschwimmen. Die Dingerchen kugeln lustig in dem äußerst kleinen Raum herum und machen Bewegungen, die den willkürlichen Bewegungen der Thiere sehr ähnlich sind. Sie bestehen, wie man sehr deutlich sehen kann, aus einer Hülle, welche wie ein Netz gebaut ist, und aus einem hohlen innern Raum, in welchem man vollkommen klar junge kleinere Kügelchen von ganz gleichem Bau ebenso herumkugeln sieht. Nach einiger Zeit öffnet sich die netzartige Hülle der großen Kugel und läßt die jungen Kugeln frei. Während sich das Netz wieder schließt, ohne eine Spur einer Oeffnung entdecken zu lassen, trollen die kleinen Kügelchen in ihrer Welt, dem Wassertröpfchen, ganz munter umher, und sind offenbar selbstständige Wesen geworden, die wachsen und gleichfalls Junge gebären. Gleichwohl entdeckt man an diesen Wesen weder einen Mund noch sonst ein Organ des Leibes, und weiß noch nicht, wodurch sie ihre Bewegung hervorbringen. Sie sehen einer Pflanzenzelle äußerst ähnlich; nur legen sie sich nirgend an, um zu wachsen, sondern bleiben ihr Lebelang in fortwährendem Herumrollen begriffen.

Die gewissenhaftesten und gründlichsten Untersuchungen haben es noch nicht festzustellen vermocht, ob dies, wie einige bedeutende Naturforscher behaupten, Thiere sind,

oder ob sie, wie andere mit gleich guten Gründen darthun, der Pflanzenwelt angehören. — Vielleicht sind sie weder vollständig Thier noch vollständig Pflanze, sondern stehen auf der Stufe zwischen beiden Lebensformen, die sich in ihnen vereinigen.

Sollte Einer oder der Andere unserer Leser meinen, das müßten wohl Thiere sein, weil sie sonst irgendwo angewachsen wären, wie dies bei den Pflanzen der Fall ist, so wollen wir durch einige andere Beispiele hier nur zeigen, wie es wirkliche Thiere giebt, welche fest angewachsen sind und wie Pflanzen leben.

Es giebt ganze Massen kleiner Thierchen, die man zu den Infusorien zählt, welche an feine Fäden angewachsen sind, die sich pfropfenzieherartig zusammenziehen und wieder fadenartig ausdehnen können. Durch dieses Zusammenziehen und Dehnen ist es den Thieren gegönnt, sich eine kleine Strecke im Wasser hin und zurück zu bewegen. Sie vermögen sich auch nach rechts und links hin zu begeben, soweit es ihnen der Faden, an dem sie angekettet sind, gestattet. Meisthin sind zwanzig, dreißig solcher Thierchen mit ihren Fäden an eine gemeinschaftliche Mutter gefesselt, die sich nicht bewegt. Sie bilden also eine Kolonie, eine Familie, eine Gesellschaft, oder wenn man will, einen Staat, und führen ein höchst sozialistisches Leben. — Genug, sie sind festgewachsen und sind doch keine Pflanzen, denn man findet an ihnen einen Mund mit Fangwerkzeugen, um die Beute zu erhaschen, und einen Magen zum Verdauen der Speise. Sie sind unverkennbar Thiere; und

doch von Lebensbedingungen gefesselt, die sonst nur den Pflanzen eigen sind.

Man sieht, es ist zwischen Thier und Pflanze gar nicht so leicht zu unterscheiden, als man glauben sollte.

XXV. Die Entwickelung der Thierwelt.

Nicht allein in dem fast unsichtbaren Reich der Infusorien giebt es Thiere, die gleich Pflanzen festgewachsen an einem Orte leben, sondern reiche Thiergattungen, deren Dasein von der größten Bedeutung für die Bildung des Festlandes vieler Inseln ist, theilen ein gleiches Schicksal.

Im Meere, und namentlich in warmen Ländern giebt es großartige Inseln, bewohnbar und oft auch bewohnt, welche ihr Fundament von dem Wirken der Polypen erhalten haben. Die Polypen nämlich sind Thierchen, welche aus ihrem Körper einen Schleim absondern, der zu einer steinartigen festen Schale erhärtet. Die Thierchen leben aber in einzelnen Kolonien, und ihre Gestein-Schale wächst an einander, so daß viele Millionen eigentlich einen Stein bilden, an dessen Rinde die Thierchen angewachsen sind. Bei der Vermehrung der Thierchen wächst der Stein baumartig in wunderlichen Zweigen, und da der Stein zurückbleibt, wenn die ältern Geschlechter der Thierchen aussterben, so wächst das neue Geschlecht stets auf diesen Leichensteinen

der alten Geschlechter und verdichtet und vermehrt die Stein-Zweige derart, daß sie vom Grunde des Meeres bis zur Oberfläche aufsteigen, daß sie sich meilenweit im Meere erstrecken und die gefürchteten Korallen-Felsen bilden, an denen Schiffe zerschellen.

Ganze Inselgruppen sind auf solchen Korallen-Felsen entstanden, deren Spitzen bis an die Oberfläche des Meeres emporgestiegen sind; und sie entstehen, sie bilden sich noch immer weiter, denn diese Felsen sind in ihrem ganzen Umfang der Sitz von Polypen, die mit ihrem Leibe an den Felsen angewachsen sind, und die nur den vordern Theil, woselbst sich der Mund mit seinen Fang-werkzeugen befindet, hin und her bewegen können, um ihre Speise im Meerwasser zu erhaschen.

Vergleicht man einen Baumzweig mit einem Korallen-zweig, so findet man eine bedeutende Aehnlichkeit zwischen beiden. In einem Baumzweig leben die alten Zellen auch nicht mehr, sie sind verholzt und bilden nur die Träger lebender Zellen an der Oberfläche; ganz so ist es mit dem Korallenzweig der Fall. Sie sind an der Oberfläche mit lebenden Thierchen besetzt, während die gestorbenen Thierchen aus älterer Zeit versteinert sind, um die Träger der jungen Geschlechter zu bilden.

Wenn wir zu diesen Thatsachen noch hinzufügen, daß die Naturwissenschaft noch so im Zweifel ist über die Natur der Schwämme, die im Meere wachsen, und welche das Material zu unserm gewöhnlichen Feuer-schwamm, Waschschwamm und Fensterschwamm geben, daß man nicht mit Sicherheit bestimmen kann, ob dieses

Pflanzen- oder Thiergebilde sind, so werden unsere Leser eingestehen, daß es gewisse Grenzstufen in der Erscheinung lebender Wesen giebt, in denen Thier- und Pflanzenreich sich nahe berühren und die Unterscheidung wirklich schwierig machen.

Erwägt man hierzu, was wir bereits ausgesprochen haben, daß selbst die ausgebildeten Thiere, die sich ganz unverkennbar von den Pflanzen unterscheiden, doch aus den verspeisten Pflanzen erst gebildet werden, daß der Leib aller lebenden Thiere nur aufgebaut ist aus den Pflanzenstoffen, die die Thiere verzehren, so wird ein wenig Nachdenken jeden unserer Leser einsehen lassen, daß man die ganze Thierwelt als eine entwickeltere Lebenserscheinung des Pflanzenreiches ansehen kann.

Hält man an diesem Gedanken fest, so drängt sich jedem Denkenden die Frage auf, ob nicht vielleicht die ganze Thierwelt erst aus der Entwickelung einer Pflanzenwelt entstanden sein mag?

So auffallend diese Frage im ersten Augenblick klingen mag, so sehr hat sie doch die scharfsinnigsten Forscher ernstlich beschäftigt; weshalb wir sie auch hier nicht mit Stillschweigen übergehen wollen.

Diese Frage erhielt durch zwei Umstände eine wesentliche Stütze.

Der eine Umstand ist, daß man in den ältesten Gesteinen Spuren eines vorweltlichen Pflanzenlebens findet, wo sich Spuren eines Thierlebens noch nicht zeigen. Hieraus läßt sich der Schluß ziehen, daß es eine Zeit vor vielen vielen Millionen Jahren gab, wo

auf der Erde nur Pflanzengattungen existirten, ohne daß bereits Thiere entstanden waren. Mag man über die Geschichte der Entstehung aller Dinge denken wie man will, so steht immer fest, daß wohl Pflanzen ohne Thiere, aber niemals Thiere ohne Pflanzen existiren konnten. Und will man nicht annehmen, daß die Thierwelt plötzlich auf unnatürliche Weise entstanden sei, so liegt der Gedanke nahe, daß sie aus der Pflanzenwelt selber sich entwickelt haben möge.

Der zweite Umstand ist die Wahrnehmung, daß wirklich noch jetzt Thierchen, Infusorien, vor unsern Augen entstehen, wenn man Blätter, Gras, also Pflanzentheile in ein Glas thut, diese mit Wasser übergießt und so lange stehen läßt, bis das Wasser trübe und faul wird. In solchem Wasser, das früher ganz rein war, entdeckt man wirklich mit Hülfe eines guten Mikroskops Millionen von Thierchen in einem einzigen Tropfen.

Gleichwohl sind beide Umstände nicht ausreichend, die obige Frage zu beantworten.

Ueber die Entstehung der Thierwelt im Allgemeinen ist die Wissenschaft vollständig im Dunkeln. Die Geschichte der Vorwelt ist uns ein verschlossenes Buch, in das bisher noch Niemand sicher einzublicken vermocht hat. Was man bis jetzt davon erforscht hat, ist äußerst gering und viel zu wenig, um auch nur entfernt zu Schlüssen dieser Art zu berechtigen. — Was endlich die Entstehung der Infusorien betrifft, so hat die neueste genaueste Forschung ganz unzweifelhaft nachgewiesen, daß

sie aus den nicht sichtbaren Eiern entstehen, welche sich auf den eingeweichten Pflanzen befinden, während die Vermehrung eine Folge der Begattung dieser Thierchen ist.

Der Zusammenhang der Pflanzen- und Thierwelt ist unbestreitbar; daß aber die Thierwelt aus der Pflanzenwelt hervorgegangen sein soll, dafür weiß die Wissenschaft gegenwärtig nichts Sicheres anzugeben.

XXVI. Die Selbstzeugung.

Obwohl die gründliche Beobachtung und Untersuchung der Infusorien, für welche die Wissenschaft den Forschungen des hiesigen Gelehrten Professor Ehrenberg Dank weiß, gezeigt hat, daß selbst die kleinsten thierischen Wesen, nicht wie man ehedem glaubte, aus zerfallenden Pflanzenstoffen entstehen, sondern aus Eiern hervorgehen; obgleich dieser Gelehrte es bewiesen hat, daß die Vermehrung der Infusorien nur eine Folge der Begattung derselben ist, haben dennoch bis auf die neueste Zeit einige Thatsachen zu dem Glauben veranlaßt, daß es trotzdem Thiere gebe, welche ohne elterliche Zeugung in Folge unbekannter Einwirkungen von selber entstehen.

Es giebt nämlich eigenthümliche Würmer, die einzig und allein in den Eingeweiden anderer Thiere oder in besondern Körpertheilen derselben leben, Würmer, deren Entstehung bisher unerklärt war. Es ist eine bekannte

Thatsache, daß viele Kinder an Würmern leiden, die sich im Darm derselben befinden. Man findet nicht nur in Darm-Ausleerungen dieser Kinder feine Würmchen, sondern auch oft mehrere Zoll lange Spulwürmer; ja der Bandwurm, der eine bekannte Krankheit einzelner Menschen ist, ist ein viele Ellen langes Thier, das nirgend als im Darm des Menschen vorkommt.

Bedenkt man, daß der Weg zum Darm nur durch den Mund und den Magen geht, daß in dem Magen namentlich die Erweichung und Verdauung alles dessen, was in denselben hineinkommt, stattfindet, so ist es freilich räthselhaft, wie solche Thiere lebend in den Darm gelangen. Erwägt man ferner, daß z. B. der im Menschen vorkommende Bandwurm nirgend sonst lebend angetroffen wird, so ist es natürlich, daß man auf den Gedanken kam, er werde in dem Darm selber erzeugt, und zwar ohne daß Eltern derselben sich ursprünglich in ihm befinden. Man hätte also hier eine elternlose Zeugung, also die Entstehung eines Thieres und eines Lebens, das einer Neu-Schöpfung gleichkäme.

Wenn solche Eingeweide-Thiere noch die Erklärung zuließen, daß sie trotzdem von außen her in den Darm gelangen, so diente der Umstand, daß auch Würmer in andern Thieren lebend gefunden werden, und zwar in Theilen, die nirgend eine Oeffnung haben, die nach der Außenwelt führt, bisher als Beweis, daß wirklich lebende Wesen von selber ohne Eltern und Eier entstehen könnten. Man findet nicht nur in der Leber vieler Thiere solche Würmer, sondern auch im Gehirn. Die Dreh-

Krankheit der Schafe, eine Krankheit, die sich unter Anderm dadurch äußert, daß die geplagten Schafe sich fortwährend nach einer Richtung hin herumdrehen, rührt bekanntlich von Würmern her, die man im Gehirn derselben findet. Nun aber ist sowohl die Leber wie das Gehirn der Thiere nirgend mit der Außenwelt in Verbindung; weder durch Mund, Nase, Augen, Ohr und sonst eine Oeffnung kann man zur Gehirnmasse oder der Leber gelangen, wenn man nicht durch Körper und Häute ein Loch bohrt. Da sich nun trotz sorgfältiger Untersuchungen kein solches Loch fand, so mußte man schließen, daß diese Würmer, die man sonst nirgend lebend antrifft, hier geschaffen, also ohne Eltern, also als neue Schöpfung entstanden sein müssen.

Wäre diese Voraussetzung gegründet, so wäre dies nicht allein für die Geschichte der Würmer von Bedeutung, sondern man würde berechtigt sein, den Schluß zu ziehen, daß überhaupt unter gewissen Umständen lebendige Thiere ohne Eltern entstehen können, und dies würde auf die Möglichkeit hinführen, daß die ersten lebendigen Geschöpfe in ähnlicher Weise entstanden sein könnten.

Allein die neuesten Untersuchungen des Naturforschers Siebold, die im höchsten Grade interessant sind, und von denen wir unsern Lesern bei anderer Gelegenheit etwas Ausführliches mittheilen wollen, haben den Beweis geführt, daß auch die Eingeweide-Würmer aus Eiern entstehen, die in der wunderbarsten Weise Wanderungen durchmachen, bevor sie an einen Ort gelangen,

wo sie sich zu wirklichen lebenden Würmern ausbilden. Siebold hat künstlich in Hunden Bandwürmer erzeugt, indem er sie Schafshirn verzehren ließ, das mit den Würmern behaftet war, welche die Drehkrankheit erzeugen. Er führte auf's sorgfältigste den Beweis, daß dasselbe Thier, welches im Gehirn des Schafes oder in der Leber eines Ochsen kaum wie ein Nadelknopf groß ist, und dort nur eine von einer harten Schale umschlossene Finne bildet, im Darm des Hundes ein vollständiger Bandwurm wird. Ja er zeigte, daß es die Bestimmung dieses Thieres ist, auf solche oder ähnliche Weise durch den Magen des Hundes unverdaut und unverletzt zu wandern, bis es in den Darm gelangt, woselbst es sich in seiner wahren Gestalt entwickeln kann. Wenn man den Bandwurm des Hundes bisher nirgend sonst lebend fand und deshalb glaubte, er müsse erst hier erzeugt, neu geschaffen werden, so war das nur deshalb der Fall, weil man dasselbe Thier nicht wiedererkannte, wenn man es unentwickelt an andern Stellen fand.

Durch Siebold's sehr gründliche Forschungen steht es fest, daß Eingeweide-Würmer in äußerst kleiner Gestalt in das Fleisch der Thiere eindringen, hier die Wand der Adern durchbrechen und in's Blut und mit dem Lauf des Blutes in Hirn, Leber und die sonst verschlossenen Organe des Körpers gelangen können, und daß sie an diesen Orten so lange unentwickelt verharren, bis das Thier, worin sie leben, von einem andern fleischfressenden Thier verzehrt wird, wo sie dann in den Darm desselben gelangen, um hier oft ellenlang zu

wachsen, und sich durch Entwickelung von Eiern zu vermehren.

Für unser Thema ist es hinreichend zu wissen, daß auch die Eingeweide-Würmer Thiere sind, die nicht von selber entstehen. Sie geben also über die Entstehung des thierischen Lebens keineswegs den Aufschluß, den bisher selbst weltberühmte Forscher in ihnen suchten.

XXVII. Zur Geschichte des Thier-Lebens auf der Erde.

Auf die Frage: wie das thierische Leben auf der Erde entstanden ist? bleibt die Wissenschaft eine Antwort schuldig. Ein lebendes Thier entsteht nach allen neuesten Zeugnissen der gewissenhaftesten Forschung immer nur durch Zeugung von vorhandenen Eltern und deshalb ist man in neuester Zeit, wo die Voraussetzung einer unelternlichen Entstehung ganz und gar schwindet, im tiefsten Dunkel über die Entstehung der ersten Thiere.

Gleichwohl giebt es andererseits Untersuchungen, welche beweisen, daß nicht alle jetzt lebenden Thiere ursprünglich vorhanden waren, sondern daß die verschiedenen Gattungen zu verschiedenen Zeiten entstanden sein müssen.

Daß das Menschengeschlecht zu den jüngsten, das heißt, den am spätesten entstandenen Gattungen auf Erden gehört, hat man schon in den ältesten Zeiten ge-

ahnet, und ist durch Forschungen der neuesten Zeit zur Gewißheit geworden. Man hat aber aus gründlichen Untersuchungen überhaupt die Ueberzeugung gewonnen, daß eine geordnete Reihenfolge in der Entstehung der verschiedenen Thiergeschlechter auf Erden stattgefunden haben müsse.

Die Erdrinde nämlich, dieses Grab alles Lebenden, birgt in ihrer Tiefe die Spuren und die Ueberreste aller Wesen, die einst auf Erden gelebt haben. Man findet Abdrücke, versteinerte Schalen, Schuppen, Zähne und Knochen der verschiedensten Thiere in solchen Massen, die jetzt als Gesteine daliegen, die aber ehedem weicher Erd- und Meeresboden gewesen sind. Endlich finden sich auch vollständig erhaltene Insekten, welche in Bernstein eingeschlossen sind, einem vorweltlichen Baumharz, das ehedem, als es aus den jetzt nicht mehr existirenden Bäumen ausschwitzte, klebrig flüssig gewesen ist, und worauf Insekten kleben blieben, von neuen Harztropfen eingeschlossen und dadurch bis jetzt, wo man den Bernstein aus der Erde ausgräbt, in ihren Körpertheilen erhalten worden sind.

Die Gesteine der Erdschichten, in welchen man diese Ueberreste von Thieren findet, sind sehr verschiedenen Alters und sehr verschiedener Natur. Wäre die Erde eine allenthalben gleichmäßige Kugel, so würden wir selbst durch Nachgrabungen nicht tief genug eindringen können, um diese verschiedenen Schichten kennen zu lernen. Zum Glück für den Forschergeist der Menschen sind jedoch auf der Erde Gebirge, und zwar dadurch

entstanden, daß vom Innern der Erde her vulkanische Ausbrüche stattfanden, welche die Schichten der Erdrinde zerrissen und das, was tief verborgen war, an's Tageslicht oder mindestens in erreichbare Tiefe gebracht haben.

Eine genaue Untersuchung der Gebirge hat nun gelehrt, die ältern Steine von den jüngern zu unterscheiden. Man weiß jetzt ganz unzweifelhaft, daß z. B. zur Zeit, wo Schiefergesteine die oberste Fläche der Erde bildeten, auf diesem Boden Pflanzen wuchsen, die den Stoff der Steinkohle bilden. Ueber diesen Schiefergesteinen lagern jetzt noch viele andere Steinschichten, von denen jede ihrer Zeit die Oberfläche des Bodens bildete, und die der Wohnsitz von Pflanzen und Thieren war. Sondert man nun diese Gesteine nach ihrem Alter — und dieses reicht für jedes einzelne Gestein oft bis auf viele Millionen Jahre hinaus — so findet man mit ziemlicher Sicherheit heraus, welcher Art die Pflanzen und Thiere waren, die auf den ältesten Gesteinen lebten, welche zu den Bewohnern der jüngern Gesteine gehören, und welche Gattung von Thieren auf den neuern und jüngsten Gesteinschichten ihr Dasein hatte.

Man besitzt also an diesen Gesteinen eine Art Geschichte der Thierwelt und Pflanzenwelt; und aus dieser Geschichte ergiebt sich, daß in den ältesten Zeiten nur Pflanzen und Thiere der niedrigsten Gattung lebten, daß erst mit den spätern Zeiten Pflanzen und Thiere höherer Gattung sich zeigen, und daß endlich erst in den obersten Gesteinen die Spuren von Thieren und Pflanzen der Gattung sich finden, die gegenwärtig leben. Reste

menschlicher Wesen finden sich erst in der Erdschicht, welche jetzt noch die Oberfläche der Erde bildet, zum Zeichen, daß die Entstehung des Menschen am spätesten vor sich ging.

Freilich herrschen im Einzelnen noch Zweifel und Dunkelheiten über diese Geschichte der Entwickelung des thierischen Lebens; allein im Allgemeinen steht es ganz unzweifelhaft fest, daß die Entstehung der Thiergattungen vom Niedrigen zum Höhern stets aufsteigt, das heißt: daß Thiere niederer Gattung zuerst existirten, bevor die höhere Gattung in's Leben gerufen wurde.

Nun aber sind Thiere niederer Gattung solche, die pflanzenartig leben, wie z. B. die Polypen, deren wir schon gedacht haben. Es sind dies Thiere, die fortleben, wenn man sie zerschneidet, wie das bei Pflanzen der Fall ist, von denen jeder Zweig einen Ableger bilden kann. Erst später treten höhere Thiere, wie Muschelthiere, Schnecken u. s. w. auf, die kein Knochengerüst im Innern, sondern ihre Knochen als Schalen um sich haben. Aus noch spätern Zeiten stammen die Ringelthiere, wo der Leib schon gegliedert ist, wie bei Krebsen, Skorpionen. Aus der jüngern Zeit erst stammen Thiere mit Knochengerüsten im Innern, die Wirbelthiere, Fische, Frösche, Schildkröten. Dann erst entstand das Vogelgeschlecht; wiederum später erst das Säugethier, das lebende Junge gebärt, und endlich in der spätesten Zeit der Mensch *).

*) Die neuesten Forschungen über das Alter des Menschengeschlechts sind unseren Lesern bereits im 8. Bändchen mitgetheilt.

Die Betrachtung dieser Entwickelungsgeschichte gewährt höchst wundervolle und interessante Ergebnisse der Forschung, und berührt sehr innig die Frage über die Entwickelung der lebenden Thiere. Für unser spezielles Thema jedoch würde ein näheres Eingehen zu weit führen, wir müssen uns mit zwei Thatsachen begnügen, die für uns wesentlich sind.

Die erste ist, daß die Entstehung der Thierwelt eine Geschichte hat, die vom Niedern zum Höhern aufsteigt, die unzweifelhaft beweist, daß niedere Gattungen mehrfach untergegangen sind, um höheren Wesen Platz zu machen. Die zweite Thatsache ist, daß kein Beispiel vorhanden ist, welches lehrt, daß wirklich aus einem Thiere niederer Gattung sich ein höheres entwickelt habe.

Wir wissen zwar mit voller Sicherheit, daß eine Geschichte des Lebens und der Entwickelung der Thierwelt vorhanden ist; aber wir kennen die Kräfte und auch die Ursachen nicht, durch welche sie bewirkt worden ist. —

Nach diesen flüchtigen Vorbetrachtungen sehr wichtiger Fragen wollen wir nun zum Charakteristischen des Thierlebens kommen.

XXVIII. Empfindungen und Bewegungen der Thiere.

Die Grenzen zwischen der Thier- und Pflanzenwelt sind, wie wir bereits gezeigt haben, nicht so entschieden ausgesprochen, als man im gewöhnlichen Leben

annimmt. Es giebt, wie wir gesehen haben, Thiere, die den Namen Pflanzenthiere führen und auch verdienen; ja es giebt Wesen, von denen man nicht einmal weiß, ob sie Thiere oder Pflanzen sind. — Gleichwohl jedoch ist das Leben der Pflanzenwelt und das Leben der Thierwelt deutlich unterschieden.

Das Leben der Pflanze besteht in der Ernährung und in der Vermehrung. Ein Baum kann nur wachsen und sich fortpflanzen. Das Leben des Thieres besteht in zwei höhern Eigenschaften, die zu diesen Eigenschaften der Pflanzen noch hinzukommen. Das Leben des Thieres besteht nicht nur in der Ernährung und der Vermehrung, sondern es kommt noch hierzu Empfindung und Bewegung.

Empfindung und Bewegung sind die hauptsächlichsten und allgemeinsten Unterschiede des lebenden Thieres von der Pflanze; aus diesen zwei Eigenschaften aber entwickeln sich noch höhere Begabungen, die sich in solchem Maße steigern, daß sie beim Menschen, dem vorzüglichsten Thiere auf Erden, Alles überragen, was man sonst als Vorzüge lebender Wesen kennt.

Empfindung und Bewegung finden sich zwar in untergeordnetem Grade auch bei den Pflanzen. Die Pflanzen sind für das Licht empfindlich; es übt einen Reiz auf sie aus, welcher die Blätter und Zweige dahin richtet, wo das Licht herkommt. Die Pflanzen bewegen sich auch aus innern Kräften getrieben, die wir nicht kennen, wie dies z. B. bei den Blüthen stattfindet, wo sich die Staubfäden zur Zeit der Befruchtung oft in höchst wunderbarer Weise zu dem weiblichen Blüthen-

theil der Pflanze hinneigen. Allein diese Empfindlichkeit für das Licht ist nicht die thierische Empfindung, sie ist nur eine Reizbarkeit, wie sie auch vom lebenden Körper getrennte Muskeln in ähnlicher Weise besitzen und sich z. B. beim Galvanisiren verrathen. Die Bewegungen, die bei den Pflanzen zum Vorschein kommen, sind desgleichen von den thierischen Bewegungen verschieden; denn sie stammen nicht von einem Willen der Pflanze her.

Die Empfindung des Thieres ist anderer Art als die Reizbarkeit einer Pflanze, denn sie ist beim Thier mit einem Bewußtsein verbunden; die Bewegung des Thieres ist anderer Art als die der Pflanze, denn sie ist vom Willen des Thieres abhängig, die Bewegung ist beim Thier eine willkürliche.

Wer über das, was wir hier gesagt haben, ein wenig nachdenkt, der wird von selbst auf den Gedanken geführt, daß Empfindung und Bewegung eigentlich nur die Kennzeichen anderer Vorzüge sind, die das Thier besitzt. Wenn die Hauptsache bei der Empfindung das Bewußtwerden derselben ist, so hätten wir eigentlich sagen sollen, daß die Thiere mit Bewußtsein begabt sind und die Pflanzen nicht. Wenn der Wille die Hauptsache an der thierischen Bewegung ist, so hätten wir gewiß richtiger gethan, wenn wir gesagt hätten, daß der Vorzug des Thieres vor den Pflanzen im Besitz eines Willens liege. Allein Wille und Bewußtsein sind Dinge, die Jedermann zwar aus Erfahrung kennt, die aber, offen gestanden, der Erkenntniß der Natur-

wissenschaft noch völlig verschlossen sind. Es sind Dinge, über die wir uns gern den Kopf zerbrechen würden, wenn nicht die Philosophie sie in Beschlag genommen hätte, die Philosophie, die bekanntlich netto dort anfängt, wo das menschliche Wissen aufhört. Da es aber eine Thatsache ist, daß in Allem, was die Menschen wirklich von der Natur wissen, sie auch nicht das kleinste Theilchen der Philosophie zu verdanken haben, da es eine Thatsache ist, die man nicht laut genug verkünden kann, daß die Naturwissenschaft nur an der Hand der Untersuchung und Erfahrung ihren hohen Werth erhalten hat, während auf dem Wege der Philosophie nicht eine einzige Entdeckung oder Erfindung gemacht worden ist, so werden es uns unsere Leser verzeihen, wenn wir etwas unphilosophisch zu Werke gehen, und — so weit es sich nur thun läßt, — lieber von der Empfindung als vom bloßen Bewußtsein, lieber von der Bewegung als vom freien Willen sprechen. Zum Trost für diejenigen, die dem verzeihlichen Drang nicht widerstehen können, sich in diese sehr räthselhaften und jetzt noch dunkeln Gebiete zu begeben, wollen wir hier nur sagen, daß wir beim Leben des Menschen oder der sogenannten Seelenthätigkeit desselben noch zeitig genug Ausflüge in dieses Gebiet werden machen müssen. —

Wenn wir von der Empfindung sprechen, welche Thiere besitzen, so meinen wir, wie gesagt, die bewußte Empfindung; wenn wir von den Bewegungen der Thiere sprechen, so verstehen wir darunter die willkürlichen Bewegungen, Eigenthümlichkeiten, die die Pflanzen nicht besitzen.

Eine Pflanze lebt, aber sie lebt, ohne daß sie es weiß, und ohne daß sie zu leben verlangt. Sie wächst, sie gedeiht, sie verkümmert und stirbt ab, ohne etwas davon zu empfinden. Sie hat weder Lust noch Schmerz, sie empfindet weder Hunger noch Durst. Ein Thier, selbst das niedrigste, ja sogar das Kind im Mutterleibe empfindet Schmerz. Ein Thier sucht das Leben, flieht den Tod, und hat hierbei eine Beziehung zur Welt außer ihm, die förderlich oder zerstörend auf dasselbe einwirkt.

Eine Pflanze lebt; aber sie bewegt sich nicht aus eignem Willen, nach eignem Wohlgefallen; das Thier, namentlich das Thier höherer Gattung besitzt das Vermögen, sich nach seinem Willen, nach seiner Lust und Neigung von Ort zu Ort zu bewegen und ist mit Organen ausgestattet, die diese Bewegung ihm in gewissen Grenzen gestattet und möglich macht.

Die Grundquelle dieser Eigenthümlichkeiten kennt man nicht. Wenn man sich nicht in philosophische Redensarten einlassen will, so muß man sagen, man weiß nicht, woher Empfindungen stammen; auch ist es eine Thatsache, daß die Naturforscher sehr genau die Bewegungen eines Planeten um die Sonne berechnen können, aber nicht im Stande sind, die Bewegungen einer Fliege über den Tisch vorauszusagen. — Man hat es jedoch durch gründliche Untersuchungen — und ganz und gar ohne Philosophie — herausgebracht, wo der Hauptsitz dieser Eigenthümlichkeiten im Thiere ist, und von diesen Untersuchungen und sehr lehrreichen Entdeckungen wollen wir nun ein Näheres unsern Lesern vorführen.

XXIX. Der Wohnsitz der Empfindung im Thiere.

Der Hauptsitz der Empfindungen wie der Bewegungen der Thiere ist in den Nerven und vornehmlich in dem Orte, wo alle durch den ganzen Körper vertheilte Nerven sich zur Bildung eines einzigen Organs vereinigen, in dem Gehirn.

Will man daher den Unterschied zwischen dem Thierleben nnd Pflanzenleben in der verschiedenen leiblichen Beschaffenheit derselben suchen, so kann man mit Recht sagen: die Pflanzen sind Wesen ohne Nerven, ohne Gehirn; die Thiere dagegen sind mit Nerven und mindestens die Thiere höherer Gattung mit einem Gehirn begabt.

Es klingt für den Uneingeweihten gewiß sehr sonderbar, daß das Gehirn es sein soll, welches Schmerz, Lust, Hunger, Durst u. s. w. empfindet, ja es hat sogar vor gar nicht langer Zeit noch Naturforscher gegeben, welche diese Behauptung in Abrede gestellt und die Vorstellung in's Lächerliche gezogen haben, daß man seine Leibschmerzen im Kopfe haben solle. Und doch ist es so; Versuche der neuern Zeit haben dies vollständig zur Gewißheit erhoben.

Nur das Gehirn empfindet. Bei Thieren, die ein weniger ausgebildetes Gehirn als die Säugethiere haben, vertritt unter Umständen das Rückenmark in dieser Beziehung die Stelle des Gehirns; aber es steht immer so viel fest, daß die Empfindung nur in diesen Central=

Theilen der Nerven ihren Sitz hat; obgleich jeder, der einen schlimmen Finger hat, darauf schwören möchte, daß er den Schmerz im Finger habe.

Die Versuche, die das gelehrt haben, sind so überzeugend wie nur irgend möglich.

In allen bedeutenden Krankenanstalten werden alltäglich Menschen, an denen man schmerzhafte Operationen vollziehen will, durch Dämpfe von Chloroform bewegungs- und empfindungslos gemacht. Das Chloroform ist eine chemische Flüssigkeit, die man auf ein Tuch gießt und dem Patienten vor Mund und Nase bringt. Diese Flüssigkeit verdampft, und der Patient athmet diesen Dampf oder richtiger dieses Gas ein. Es gelangt somit das Gas in die Lunge; aber es genirt diese nicht, und die Athmung geht ungestört fort. In den Lungen tritt dieses Gas in's Blut über; aber auch das Blut wird davon nicht sichtbar angegriffen. Es wandert seinen vorgeschriebenen Weg zurück zum Herzen und bringt das Gas mit, ohne den Pulsschlag des Herzens zu vernichten. Vom Herzen wandelt das Blut vermittelst der Schlagadern durch den ganzen Körper, und mit dem Blute macht auch das Chloroform-Gas diesen Rundlauf; aber kein Theil des Körpers wird direkt durch das Gas irgendwie belästigt. Allein mit dem Blute wandert das Gas auch nach dem Gehirn, und hier bringt es eine Wirkung hervor, deren Grund man sich nicht wissenschaftlich klar machen kann, die aber zur Folge hat, daß der Mensch das Vermögen verliert, zu empfinden und sich zu bewegen.

Ist der Patient so weit, so kann man ihm mit der größten Gemüthlichkeit Arme oder Beine abschneiden, Knochen zersägen, in seinem Fleische mit Messern herumwühlen; er fühlt davon nichts; er ist wie eine Pflanze, er lebt während dieser Zeit wie eine Pflanze; er hat ebensowenig Schmerz von all' dem, so wenig wie eine Pflanze irgend welchen hat.

Treibt man es mit dem Chloroform nicht zu weit, was gefährlich werden kann, und läßt man dem Patienten nun ein anderes Gas riechen, das Ammoniak-Gas, so erwacht er wie aus schwerem Schlaf, und wundert sich über die Ueberraschungen, die man ihm bereitet hat, und behielte er nicht Wunden zurück, die freilich während der Heilung Schmerz, ja auch Wundfieber verursachen, so könnte man wirklich einem Operirten zumuthen, er möge seine Glieder aufnehmen und damit heimwandern. Wäre man nur im Stande, in so kurzer Zeit, wie man einen Patienten ohne Nachtheil chloroformiren kann, auch zugleich die gemachten Wunden zu heilen, — wozu freilich keine Aussicht ist — so gäbe es weder Schmerz noch Gefahr nach vorsichtig unternommenen Operationen.

Freilich hört man Viele die Behauptung aufstellen, daß der Patient wohl Schmerz habe; aber er fühle ihn nur nicht; das Schneiden in sein Fleisch und Gebein thue ihm wehe; aber er schlafe einen festen Schlaf, und wisse es nur nicht. Dies jedoch ist eine ganz falsche Vorstellung: in Wahrheit ist der Schmerz nicht vorhanden. Es wird Niemandem einfallen zu behaupten, daß

man einem fest Schlafenden ein Vergnügen macht, wenn man ihm ein schönes Buch vorliest, oder ein hübsches Bild vor die Nase hält. Das Vergnügen ist nicht vorhanden, weil die Fähigkeit es zu empfinden, dem Schlafenden fehlt; ganz ebenso ist der Schmerz nicht vorhanden, wenn das Gehirn in einen Zustand versetzt wird, in welchem es die Fähigkeit zu empfinden zeitweise verliert.

Man hat aber noch schlagendere Beweise, daß die Empfindungen ihren Sitz nur im Gehirn haben, daß der Zustand eines schlimmen Fingers nur die Ursache ist, daß man Schmerz im Gehirn empfindet, und daß es nur durch einen besondern Umstand, den wir noch näher kennen lernen werden, hervorgebracht wird, daß der Mensch seinen Schmerz in dem Finger glaubt. Von diesen höchst auffallenden Beweisen, die man sehr oft jetzt zu führen im Stande ist, wollen wir im nächsten Abschnitt sprechen.

XXX. Wo man die Schmerzen hat.

Es kommt sehr oft vor, daß Blessirte oder Operirte, die einen Fuß nebst Knie und halben Oberschenkel verloren haben, über heftige Schmerzen klagen, die sie in den Zehen, in der Sohle, oder sonst einem Theil ihres gar nicht mehr existirenden Beines empfinden. — In frühern Zeiten hatte man davon abergläubische Vor-

stellungen, und redete sich die sonderbarsten Dinge ein von den Gliedern, die auch nach der Trennung vom Leibe in gewisser geisterhafter Beziehung zum Leibe ständen; wer solchen Aberglauben nicht theilte, der meinte, daß die Klagenden nur an Einbildungen litten, oder ihre Umgebung belögen. Jetzt weiß man es anders und richtiger.

Die Verletzung irgend einer Stelle des Körpers, ein Schnitt im Finger z. B., ist die Ursache eines Schmerzes, und zwar deshalb, weil mit der Verletzung auch Nerven verletzt worden sind, die sich in allen Theilen des Körpers in äußerst feinen Fädchen vertheilt befinden. Diese Nerven laufen alle nach dem Gehirn, und führen demselben jede Art von Reiz, der auf die Nerven ausgeübt wird, zu. Hier im Gehirn entsteht erst die Empfindung dessen, was Schmerzhaftes auf irgend ein Glied ausgeübt worden ist; der Schmerz hat also seinen Sitz wirklich im Gehirn, und nur die Gewohnheit, die fortwährende Erfahrung, daß das betreffende Glied die Ursache des Schmerzes ist, verursacht in uns die Vorstellung, daß auch der Schmerz dort in dem Gliede seinen Sitz habe.

Es geht uns hiermit wie mit dem Sehen und Hören. Wer den Bau des Auges kennt, der weiß, daß dasselbe so eingerichtet ist, daß auf der Hinterwand des Auges ein kleines Bildchen aller Gegenstände, die ihre Lichtstrahlen in's Auge senden, entsteht. Diese Hinterwand ist eine Art Tapete aus lauter feinen Nervenfäserchen, welche vereinigt in einem Nervenzweig bis

zum Gehirn gehen. Durch diesen Nerv gelangt der Eindruck jenes kleinen Bildchens, das im Auge existirt, zum Gehirn. Man sieht also eigentlich nicht die Gegenstände draußen, sondern nur das Bildchen der Gegenstände, das auf der Hinterwand des Auges existirt. Gleichwohl ist die Gewohnheit, die unausgesetzte Erfahrung, daß die Gegenstände draußen die Ursache von dem sind, was wir im Gehirn wahrnehmen, hinreichend, um uns zu belehren, daß das, was wir sehen, nicht im Auge vorgeht, sondern in der Welt um uns.

Aehnlich ist es mit Allem, was wir hören. Eine Musik z. B. wird nur deshalb vernommen, weil jeder Ton das Trommelfell unseres Ohrs nebst den andern Gehörwerkzeugen erschüttert. Wir hören also eigentlich nur die verschiedenartigen Erschütterungen, die im Innern des Ohrs vorgehen; gleichwohl wissen wir durch Gewohnheit und Erfahrung, daß die Musikanten nicht in unserm Ohr stecken, sondern außerhalb desselben existiren. Wir versetzen das, was wir eigentlich im Innern des Ohres hören, im Innern des Auges sehen, an den Ort, von welchem die Ursache des Gehörten und Gesehenen herrührt. Ganz in derselben Weise versetzen wir auch den Schmerz eines schlimmen Fingers, der eigentlich nur im Gehirn empfunden wird, an die Stelle der Ursache, das heißt an die Stelle, wo die Nerven des Fingers verletzt sind. —

Hat man nun auch einem Menschen den ganzen Fuß abgeschnitten, so existirt in seinem Körper immer ein Stück des Nerven, der vom Gehirn hinunterlief bis zur

Zehe des einstmaligen Fußes. Verursacht nun irgend etwas einen verletzenden Reiz auf diesen Nervenfaden, so verursacht er ebenso Schmerz im Gehirn, wie in früherer Zeit, wo der Faden bis zur Zehe lief; der Blessirte und Operirte wird also ganz ebendenselben Schmerz haben, als ob er noch seinen ganzen Fuß besäße, und ganz in Wahrheit über Schmerz in seiner längst nicht mehr existirenden Fußzehe klagen.

Der interessanteste Versuch über den Sitz der Empfindungen ist jedoch folgender, der von den Operateuren so oft angestellt wird, als sich nur die Gelegenheit dazu darbietet. Das Resultat ist bisher immer dasselbe gewesen.

Es kommt nämlich oft vor, daß man Menschen eine künstliche Nase macht. Zu diesem Zweck schält man von der Stirn über der Nase einen hinreichenden Lappen der Haut ab, und läßt diesen Lappen nur an der Stelle, wo die Augenbraunen zusammenlaufen, hängen. Hier dreht man den Lappen um, so daß die blutige Seite desselben auf die Stelle der Nase kommt, und näht ihn so geschickt vorläufig an, daß er eine Nase vorstellt. Später wächst wirklich diese Haut so an, daß sie die Nase bildet, während man die Wunde an der Stirn ausheilt.

Hat man den Patienten während der Operation mit Chloroform behandelt, so weiß er, wenn er erwacht, nichts davon, was mit ihm vorgegangen ist. Man läßt ihn nun die Augen schließen, und stellt mit ihm folgenden Versuch an.

Man berührt mit einer Nadel seine neue Nasenspitze und fragt ihn, wo er Schmerz empfinde. Die Antwort lautet: „oben auf der Stirn am Haar!" Man geht nun mit der Nadel immer weiter hinauf an seiner neuen Nase, und der Patient giebt auf Befragen die Antwort, daß er die Nadel immer tiefer abwärts an der Stirn fühle. Man kann dies nun so oft man will wiederholen, immer fühlt der Patient jeden Reiz, der an seiner Nase versucht wird, an der Stirn, und zwar deshalb, weil er von je her gewohnt ist, jeden Reiz dieser Nerven, die man mit der Nadel berührt, an der Stirn zu empfinden, und die Ursache des Schmerzes dorthin zu versetzen. — Erst dann, wenn die neue Nase wirklich vollständig verwächst mit ihrer neuen Umgebung, und man auch die Stelle zwischen den Augenbraunen durchschneidet, welche die Haut noch mit der Stirn in Verbindung erhielt, hört für ihn die Empfindung auf, als ob er seine Nase umgekehrt auf der Stirn trage. —

XXXI. Weitere Versuche über die Empfindungen.

Wir wollen hier noch einen Versuch anführen, den Jeder selber anzustellen vermag, und der hinreicht zu beweisen, wie das, was wir empfinden, oder richtiger: *fühlen*, vom Urtheil des Gehirns abhängt, woselbst der wahre Sitz der bewußten Empfindung ist.

Man versuche es, den Mittelfinger, also den größten

Finger der Hand, so über den Zeigefinger derselben Hand zu legen, daß die Fingerspitzen sich kreuzen. In dieser Lage wird die Spitze des Mittelsfingers dem Daumen näher sein als die Spitze des Zeigefingers. In dieser Stellung lege man eine Erbse oder ein etwa ebenso großes Brodkügelchen oder Papierkügelchen auf den Tisch, und versuche, das Kügelchen mit den beiden gekreuzten Fingerspitzen auf dem Tisch herumzurollen. Nach einiger Uebung gelingt dies ganz gut; aber Jeder, der dies richtig anstellt, wird, nach seinem Gefühl zu urtheilen, darauf schwören mögen, daß er zwei Erbsen oder Kügelchen unter seinen Fingern habe. Man wiederhole den Versuch; jedesmal wird man sich durch den Augenschein überzeugen, daß man in der That nur ein einziges Kügelchen unter den Fingern habe, und doch fühlt man ganz deutlich in den Fingern, daß es zwei sein müssen, die sogar nahe einen halben Zoll weit von einander lägen.

Man versuche es nun, das Kügelchen mit denselben Fingern auf dem Tisch zu rollen, ohne daß man diese Finger kreuzt, und man wird ganz deutlich nur ein einziges Kügelchen fühlen; sobald man aber die Finger in die bezeichnete ungewohnte Lage bringt, fühlt man das Kügelchen wiederum doppelt.

Daß hier eine Täuschung im Spiel ist, das ist klar; aber woher kommt diese Täuschung?

Der Grund derselben ist folgender.

Wenn wir einen Gegenstand mit dem Finger berühren, so verursacht der Druck auf denselben einen

Reiz auf die feinsten Nervenfäden des Fingers, und da jeder dieser Fäden hinaufgeht bis zum Gehirn, so wird dieser Reiz daselbst in bewußter Weise empfunden. Berührt man nun mit zwei Fingern einen und denselben Gegenstand, z. B. ein Kügelchen, so kommen aus den Nervenfäden beider Finger zwei Rapporte nach dem Gehirn, und man sollte eigentlich auch hier die Empfindung haben, als ob man zwei Kügelchen berührte. Allein die Erfahrung und die Gewohnheit macht es, daß man die beiden Eindrücke für einen hält, und bei natürlicher Stellung der Finger nur Ein Kügelchen fühlt. Kreuzt man aber die Finger in der angegebenen Weise, so nimmt man eine ungewohnte Stellung derselben an, in welcher man noch keine Erfahrungen gemacht hat, und man erhält deshalb den Eindruck von beiden Fingern, als ob er von zwei Kügelchen herrührte.

Bei wiederholten Versuchen und einigem Nachdenken wird man das, was wir meinen, richtiger herausfühlen, als wir durch viele Worte hier beschreiben können. Man wird sich überzeugen, daß man alles, was man empfindet, durch die Thätigkeit des Gehirns empfindet, das über die Eindrücke auf die Nerven ein Urtheil fällt, und dann die Empfindung dorthin versetzt, wo die Ursache derselben vorhanden ist.

Liegt nun der Unterschied des Pflanzen- und Thierlebens darin, daß die Pflanzen nichts empfinden, während die Thiere Empfindung besitzen, so muß man — weil man das eigentliche Wesen der Empfindung naturwissen-

schaftlich nicht zu ergründen im Stande ist — sagen, daß die Thiere nervenbegabte und mit Gehirn versehene Wesen sind, während die Pflanzen weder Nerven noch Gehirn besitzen.

Indem aber, wie bereits gesagt, zwischen Thier und Pflanze noch der Unterschied besteht, daß die Thiere im Allgemeinen sich willkürlich von Ort zu Ort bewegen können, während dies den Pflanzen nicht möglich ist, werden wir noch nachzuweisen haben, daß dies ebenfalls von dem Dasein der Nerven in den Thieren abhängt, — wir wollen jedoch für jetzt nur noch Eins hervorheben, worin sich Thier und Pflanze unterscheiden, selbst wenn man von Empfindung und Bewegung absieht.

Jedes Thier verfällt naturgemäß in einen Zustand, worin es für einige Zeit weder empfinden noch sich willkürlich bewegen kann; wir meinen den Schlaf. Das Thier wird in diesem Zustand einer Pflanze ziemlich ähnlich, denn es lebt in der Zeit des Schlafes, ohne das Vermögen zu empfinden und sich zu bewegen. Noch mehr Aehnlichkeit erhält dieser Zustand mit dem der Pflanze, wenn die Empfindungs- und Bewegungslosigkeit durch einen Druck auf das Gehirn verursacht wird, durch welchen die Thätigkeit des Gehirns gestört ist.

Es kommt im Kriege öfter vor, daß einem Menschen eine Kugel durch den Schädel geht und auf dem Gehirn liegen bleibt. In solchem Zustande stürzt der Getroffene nieder, und wenn er zeitig noch in's Lazareth gebracht wird, lebt er mit der Kugel im Kopfe, aber ohne zu empfinden oder sich bewegen zu können. Er lebt wirk-

lich wie eine Pflanze. Er verlangt nicht nach Speise und Trank, bringt man ihm etwas in den hintern Theil des Mundes, so schlingt er es hinab; thut man dies nicht, so stirbt er nach Tagen, ganz so wie eine Pflanze abstirbt, die keine Nahrung erhält. Er athmet, er verdaut, scheidet auch Stoffe von sich aus, was auch die Pflanze thut.

Zieht man aber die Kugel aus dem Kopfe, so geschieht es zuweilen, daß er sofort die Augen öffnet, um sich blickt und fragt, wo er sich befinde?

Offenbar hat er in dieser Unglückszeit eine Art Pflanzenleben geführt; aber dennoch ist ein bedeutender Unterschied zwischen diesem Leben und dem Pflanzenleben, und diesen Unterschied müssen wir jetzt näher betrachten.

XXXII. Das Pflanzenleben der Thiere.

Haben wir gesehen, daß das thierische Leben eine Art Pflanzenleben in sich begreift, haben wir durch ein Beispiel dargethan, daß ein Mensch, der durch einen Druck auf das Gehirn der Empfindung und der Bewegung beraubt ist, dennoch lebt, und zwar wie eine Art Pflanze lebt, so wollen wir nunmehr zeigen, daß einerseits selbst im gesunden Zustand dieses Pflanzenleben im Thiere vorhanden ist, und andererseits, daß dennoch ein wesentlicher Unterschied zwischen diesem Leben und dem wirklichen Leben der Pflanze besteht.

Das Thier unterscheidet sich hauptsächlich von der Pflanze dadurch, daß es fähig ist zur bewußten Empfindung und willkürlichen Bewegung; dennoch giebt es eine ganze Maschinerie im Körper des Thieres, die thätig ist, ohne daß das Thier etwas davon empfindet, und ohne daß die Bewegungen dieser Maschine und ihre Thätigkeit vom Willen des Thieres abhängen. — Man nennt diese Maschinerie, oder richtiger deren Lebensthätigkeit im Thierkörper, das vegetative Leben.

Da der Mensch in dieser Beziehung dem Thiere gleicht, so wollen wir die Beispiele hierfür aus dem Leben des menschlichen Körpers entnehmen.

Jeder Mensch muß z. B. essen, trinken, athmen und auch gewisse Stoffe von sich ausscheiden. Während des Essens hat er die bewußte Empfindung von dem, was er thut, und thut dies auch mit freiem Willen. Er kann sich eine Zeitlang des Essens und Trinkens enthalten, ja er kann sogar eine kurze Weile den Athem einhalten, er vermag die Ausscheidung der Stoffe bis zu einem gewissen Punkte zu unterdrücken. Aber dauernd ist dies nicht möglich; er wird vielmehr von einer innern Kraft, der er keinen Widerstand leisten kann, gezwungen zu diesen Lebensthätigkeiten. Man sieht, daß Essen, Trinken, Athmen und Ausscheiden gewisser Stoffe bis zu einer gewissen Grenze von seinem Willen abhängen, und daß er dies auch mit bewußter Empfindung thun oder lassen kann; ist diese Grenze aber überschritten, so nöthigt ihn eine innere Maschinerie, dies

selbst und ohne sein Bewußtsein und, noch mehr, selbst gegen seinen Willen zu thun.

Schon in diesen Beziehungen ist das Thier, und auch der Mensch, halb und halb, das heißt über eine gewisse Grenze hinaus, der Pflanze gleich, die ohne Bewußtsein und Willen leben muß. Es geht dies aber mit der innern Maschinerie noch weiter. Haben wir z. B. einen Bissen im Munde, so können wir denselben mit Bewußtsein und Willen wieder ausspucken, so lange er nicht bis zu einer gewissen Stelle an den Schlund gelangt ist; hat der Bissen jedoch diese Stelle erreicht, so müssen wir ihn verschlucken, wir mögen wollen oder nicht. — Haben wir dies nun gethan, so gehört der Bissen der innern Maschinerie an, über die wir nicht mehr Herr sind. Er geht durch die Speiseröhre in den Magen, ohne unser Wissen und ohne unsern Willen. Der Magen verdaut ihn, ohne nach unserm Wissen und Willen zu fragen. Er verrichtet also eine Arbeit, die wir nicht befehlen und nicht hindern können. Der verdaute Bissen geht in den Darm, ohne sich um unser Wissen und Wollen zu bekümmern. Der Darm ist in fortwährenden wurmförmigen Windungen und Bewegungen, und verrichtet sein Geschäft nach einer Lebensvorschrift, über die wir nichts zu befehlen haben. Er verwandelt den Bissen theils in unverdauliche Stoffe, die er, ohne uns zu fragen, aussondert, theils in einen Milchsaft, der seiner Beschaffenheit nach dem Blute gleicht. Dieser Milchsaft wird von feinen Röhrchen, die von außen um den Darm

liegen, durch die Darmwand aufgesogen und in einen Schlauch geführt, der aus der Bauchhöhle hinauf in die Brusthöhle zu einer Hauptader des Herzens führt. Dieses Geschäft wird verrichtet, ohne daß unser Bewußtsein oder Wille eine Rolle dabei mitspielt.

Durch diese Hauptader geht der Milchsaft, in wirkliches Blut verwandelt, zum Herzen, das wiederum ein Theil der innern Maschine ist, die sich fortwährend in unausgesetzter Thätigkeit befindet, die Tag und Nacht von der Geburt bis zum Tode, bei manchen Menschen also an hundert Jahre arbeitet, und ganz gewaltig wie eine äußerst starke Saug- und Druckpumpe arbeitet, auch ohne daß wir es wissen und ohne daß wir es wollen.

Eine andere Abtheilung des Herzens drückt das Blut in die feinsten Aederchen der Lunge und nöthigt uns hier zu athmen, um ohne unser Wissen und Wollen dem Blute Sauerstoff beizumischen. Ist dies geschehen, so saugt eine dritte Abtheilung des Herzens das gesäuerte Blut wieder aus der Lunge, und preßt es in eine vierte Abtheilung, die es aufnimmt, um es durch einen gewaltigen Druck durch alle Schlagadern des Leibes und deren feinste Zweige, die den ganzen Leib durchweben, zu treiben. — Hier in diesen feinsten Zweigen des Gewebes findet die eigentliche Ernährung des ganzen Leibes statt, durch welche wir an Körperfülle zunehmen und wachsen. Hier nimmt das Blut auch verbrauchte Stoffe auf, um sie wieder zur ersten Abtheilung des Herzens zu führen, das sein Geschäft in angegebener Weise fortwährend fortsetzt. Und all' das: Ernährung,

Säfte-Umtrieb, Stoffwechsel, Wachsthum u. s. w. geschieht von einer innern Maschinerie, ganz ohne daß wir dabei was zu sagen haben, ohne unsere Empfindung, ohne unsern Willen. Es ist ein Leben, das dem Pflanzendasein sehr ähnlich ist.

Und doch besteht, wie gesagt, ein großer Unterschied selbst zwischen dieser vegetativen Lebensthätigkeit und der Thätigkeit des Pflanzenlebens, und dieser Unterschied besteht darin, daß auch diese innere Maschinerie des Thierlebens von einer eigenthümlichen Nerventhätigkeit abhängig ist, was bei den Pflanzen nicht stattfindet.

XXXIII. Das sympathische Nervensystem.

Man nennt dieses Nervensystem, welches ohne unser Bewußtsein und unsern Willen die innere Maschinerie erhält, das „sympathische Nervensystem", und hat seinen Hauptsitz ausfindig gemacht in gewissen Nervenknoten, die sich in verschiedenen Stellen der Brust- und Leibhöhle befinden.

Während man also im Gehirn den Hauptsitz des Nervensystems findet, von welchem die bewußte Empfindung und die willkürliche Bewegung abhängt, während die ganze Maschinerie des Leibes, soweit sie empfunden wird, und soweit sie aus Gliedern besteht, die man nach Willkür bewegen kann, ihren Hauptdirektor im Gehirn hat, besitzt man für das Leben, welches man das

Pflanzenleben des Thieres nennt, keinen solchen einzigen Hauptdirektor an einer einzigen Stelle, sondern diese innere Maschinerie, die ohne Empfindung und Willen thätig ist, wird von einer sehr zerstreuten Direktion geleitet, die in der Nähe jedes wichtigen Organs seinen besonderen Sitz hat. Am Unterleib, am Magen, an den Lungen, mitten im Herzen und an andern Stellen findet man solche Nervenknoten, die man sympathische nennt. Aus ihrer Gestalt und Lage kann man sie zwar von den andern Nervenfäden wohl unterscheiden; allein ihr innerstes Wesen ist sehr geheimnißvoll, und es ist nicht ersichtlich, daß sie irgend an einer Stelle ein Haupt-Büreau haben, wie dies bei den andern Nerven der Fall ist.

Diese sehr räthselhaften Nervenknoten, die den Namen „Ganglien" führen, stehen zwar unter einander durch Nervenfäden in Verbindung, auch sind sie so mit andern Nervenfäden verflochten, daß sie bis zum Gehirn hinaufführen; allein die innere Maschinerie, die sie treibt, ist offenbar sehr selbstständig vom Gehirn; denn wir haben schon dargethan, wie diese Maschinerie auch fortfährt, thätig zu sein, selbst wenn die Thätigkeit des Gehirns, durch einen Druck z. B., zeitweise aufhört.

Gleichwohl genügt diese Verbindung des sympathischen Nervensystems, um unter Umständen den Einfluß des Gehirns auf die Thätigkeit dieser eigenthümlichen Nerven zu bewirken. Wir wollen einige auffallende Beispiele hiervon unsern Lesern vorführen.

Wie wir bereits wissen, ist die Thätigkeit des

Magens nicht von unserm Bewußtsein und unserm Willen abhängig. Der Magen verrichtet sein Geschäft, die Verdauung, ohne daß wir es wissen, und ohne daß wir es durch unsern Willen hindern können. Eigentlich sollten wir hiernach auch gar nicht das Gefühl des Hungers haben, und würden diesen auch nicht haben, wenn wir nicht einen besonderen Nervenfaden besäßen, der vom Gehirn ausläuft, und in auffallender Weise verschiedene Organe der innern Maschinerie des Leibes und auch unter diesen den Magen berührt. — Wir werden später noch sehen, daß die Nervenfäden große Aehnlichkeit mit den Drähten des elektrischen Telegraphen haben. Dieser Nerv, von dem wir eben sprechen, und der von Organ zu Organ hinstreift, und deshalb der „Vagus", das heißt so viel, wie „der Herumtreiber" genannt wird, ist der elektrische Draht, welcher dem Gehirn den Rapport bringt, wie es mit dem Magen steht. Wenn es dem Magen gut geht, erzählt er dem Gehirn gar nichts; aber wenn er Speise verlangt — und der Magen ist in diesem Punkte durchaus nicht bescheiden —, so stattet dieser Nerv seinen Rapport dem Gehirn ab, und wir empfinden und werden uns eines Gefühles bewußt, das man Hunger nennt.

Hätte dieser Nervenfaden nicht außerdem viel zu thun, und würde seine Verletzung nicht augenblicklich den Tod herbeiführen, so würde man einem Menschen allen Appetit, allen Hunger benehmen, wenn man den Faden in irgend einem Punkte seines Verlaufes z. B. am Halse durchschnitte.

An diesem Faden, oder richtiger an dessen Thätigkeit hängt so zu sagen wirklich das Leben. Er steht mit der Lunge in Verbindung, und deshalb ist die Lunge, die im gewöhnlichen Zustand nichts nach dem Gehirn zu fragen hat, in außerordentlichen Zuständen dem Gehirn unterworfen. Bei einem entsetzlichen Anblick, der ja eigentlich nur durch das Auge und dessen Nerv zum Gehirn rapportirt wird, stockt der Athem, wobei freilich noch andere Umstände miteinwirken.

Auch zum Herzen, das sein Saug- und Druck-Geschäft im gewöhnlichen Zustand ganz unabhängig vom Gehirn betreibt, geht der herumstreifende Nerv hin; und dies bewirkt, daß in außergewöhnlichen Umständen Herz und Gehirn in Rapport treten. Freude, Schreck, Aufregung, lauter Dinge, die nur im Gehirn vorgehen, erregen Herzpochen.

Auch andere Organe der innern Maschinerie, die sonst nicht dem Wissen und Wollen unterworfen sind, werden in außerordentlichen Fällen von dem Gehirn aus in heftige Thätigkeit versetzt. Die Einwirkung der Angst auf den Darm ist sprüchwörtlich bekannt, und spielt leider bei der Verbreitung der Cholera eine böse Rolle, und während man z. B. nicht immer schwitzt, wenn man will, ist der eigenthümliche Angstschweiß etwas, das Jeden belehrt, wie das Gehirn selbst in Dingen drein redet, die es in geordneten Zuständen nichts angehen.

Aus all' dem Gesagten, das freilich nach den neuesten Untersuchungen in wesentlichen Punkten anders

aufgefaßt werden müßte, entnehmen wir für unser Thema jedenfalls als unbestrittene Hauptsache, daß selbst in jenen Lebensthätigkeiten, wo scheinbar das Thier ein Pflanzenleben führt, doch ein besonderes Nervensystem diese Thätigkeit leitet und dirigirt. Daß ferner dieses Nervensystem mit den bewußten und willensfreien Bewegungen des Thieres nicht in direkter Verbindung steht; daß aber gleichwohl für außerordentliche Fälle telegraphische Korrespondenzen nach dem Gehirn gebracht werden und von hier aus gewisse Kabinetsordres auf das vegetative Leben ihren Einfluß ausüben.

XXXIV. Von der Innen- und Außenwelt.

Aus all' dem Vorhergehenden wird wohl Jedermann entnehmen können, daß man auf die Natur und Wirksamkeit der Nerven sein Augenmerk zu richten habe, wenn man den wesentlichen Unterschied zwischen dem Leben des Thieres und der Pflanze genauer verstehen will.

Leider aber befinden wir uns hier wiederum vor einer verschlossenen Pforte, welche die Wissenschaft noch nicht zu öffnen vermocht hat. — Ueber die Natur der Nerven und namentlich des Gehirns weiß die Wissenschaft nur sehr wenig zu sagen; dafür aber hat man über die Wirksamkeit der Nerven und des Gehirns reichhaltige Beobachtungen angestellt und sehr wichtige Schlüsse gezogen, so daß man über die Rolle, die sie

im Körper des Thieres spielen, im Allgemeinen im Klaren ist, wenn auch über Einzelnheiten noch Zweifel obwalten.

Will man von der Wirksamkeit des gesammten Nervensystems, von der wir sogleich ein Näheres unsern Lesern vorführen werden, auf die Natur der Nerven, auf ihr innerstes Wesen einen Schluß ziehen, so wird man leicht geneigt, die Nerven für das eigentliche Lebensprinzip zu halten. Es hat auch nicht wenige Forscher gegeben, die in den Nerven die Grundquelle des Lebens gesucht haben. Betrachtet man indessen das Dasein der Pflanzen als die Grundlage des thierischen Daseins, und erwägt man, daß die Pflanzen ohne Nervensystem leben, so wird man dahin geführt, die Nerven zwar als die Hauptorgane des thierischen Lebens, aber keineswegs das Leben als eine bloße Wirkung der Nerven zu betrachten.

Auch eine unbestreitbare Beobachtung an der Entwickelung des thierischen Lebens führt zu dem Schluß, daß eine Lebensthätigkeit schon im Ei vorhanden ist, bevor noch Nerven existiren. In einem Hühner-Ei stellt sich's zwar schon nach wenigen Stunden der Bebrütung heraus, daß Rückenmark und Hirn des Hühnchens die ersten Dinge sind, auf welche es bei der Entwickelung abgesehen ist; aber es ist unbestreitbar, daß eine Lebensthätigkeit im Ei wirksam ist, bevor diese Hauptsitze des Nervensystems sich zu bilden anfangen, daß also das Leben nicht eine bloße Wirksamkeit eines vorhandenen Nervensystems sein könne.

Das innerste Wesen der Nerven ist nicht minder dunkel als das innerste Wesen des Lebens; wir wollen daher unsere Leser nicht mit diesen tiefen Räthseln behelligen, und sie lieber auf das Gebiet führen, auf dem die Beobachtung bereits reichliche Erfahrungen und ergiebige Resultate gesammelt hat, auf das Gebiet jenes Theils der Wissenschaft, welcher von der Wirksamkeit der Nerven handelt.

Wir haben bereits gezeigt, daß selbst das Pflanzenleben des Thieres, daß das Wachsthum, die Ernährung, der Säfte-Umlauf, die Athmung, die Ausscheidung unbrauchbarer Stoffe u. s. w. von einem Nervensystem dirigirt werden. Wir wissen auch ferner, daß Empfindung und Bewegung von der Wirksamkeit des Gehirns abhängen, welches das Central-Bureau des Nervensystems ist. Man hat nun sehr sorgsame Untersuchungen angestellt, um dieser Wirksamkeit etwas näher auf die Spur zu kommen, und ist, namentlich in neuerer Zeit, ziemlich glücklich in diesen Forschungen gewesen.

Bevor wir jedoch von diesen Forschungen speziell sprechen, müssen wir auf die Verschiedenartigkeit der Empfindungen und auf die Natur der Bewegungen des lebendes Thieres einen kurzen Blick werfen.

Von allem, was im Innern des Thieres vorgeht, hat das Thier im gewöhnlichen Zustand keine Empfindung. Wir Menschen, die wir die klügsten Thiere sind, spüren in gesunden Verhältnissen nichts von dem Herzschlag, nichts von der Arbeit der Lungen, des Magens, des Darms,

der Thätigkeit der Leber, der Nieren u. s. w. Was man von diesen Dingen weiß, hat man erst durch weitläufige Forschungen herausstudiren müssen. Ja, man besitzt unter anderm im Leibe ein Ding, das den Namen Milz trägt, und das gewiß etwas zu thun hat, da es schwerlich ohne Lebenszweck existiren würde; aber alle Forschungen haben es bisher noch nicht herausgebracht, wozu dies Ding da ist. Hätte man Empfindung vom Wirken der innern Organe des Leibes, so würden wir ganz unzweifelhaft spüren, wann und unter welchen Umständen die Milz ihr Geschäft treibt, und würden sicherlich über dieses Räthsel vollgültigen Aufschluß erhalten. —

Und ebenso wie wir von dem, was im Innern des Leibes vorgeht, nichts empfinden, so sind wir auch nicht im Stande, die innern Organe nach unserm Willen zu bewegen.

Empfindung und Bewegung des Thieres hat also seine Beziehung nicht zum Innern des Thieres, sondern zur Welt draußen, zur Außenwelt.

Wir empfinden, oder richtiger wir empfangen Eindrücke von den Dingen, die draußen, außerhalb unsers Körpers vorgehen. Wir bewegen unsere Glieder! aber dieses Kunststück können wir im Allgemeinen nur mit denjenigen Theilen unseres Leibes vollstrecken, die mit der Außenwelt in Berührung stehen.

Ist aber Empfindung und Bewegung wirklich das, was hauptsächlich das Thier von der Pflanze unterscheidet, so wird Jeder einsehen, daß das Thierleben einen hauptsächlichen Werth in der Beziehung zur

Außenwelt hat, während in dem Pflanzenleben mehr die Innenwelt wirksam ist.

Dies ist nun wiederum ein Gedanke, dem wir ein wenig nachspüren müssen.

XXXV. Das Thier und die Außenwelt.

Ein Baum weiß nicht, daß er existirt; aber in ihm geht ein Wirken und Schaffen vor, das ganz zur Sicherung seiner Existenz nöthig ist; und so ist es in der ganzen Pflanzenwelt. Ein Thier ist aber schon ein anderes Ding, es ist offenbar dazu eingerichtet, die Welt außer ihm kennen zu lernen. Ja, der Bau des Thieres ist so beschaffen, daß es genöthigt ist, eine Art Kenntniß der Welt in sich aufzunehmen. Die innere Maschinerie des Thieres, sein vegetatives Leben, wäre rein unmöglich, wenn das Thier nicht Werkzeuge in seinem Körper besäße, durch welche es im Stande ist, Eindrücke der Außenwelt sich zu merken.

Ein Baum z. B. ist festgewurzelt in der Erde. Seine Wurzeln sind gewissermaßen die Ketten, die ihn an einer Stelle gefesselt halten, selbst wenn er sonst im Stande wäre, sich von Ort zu Ort zu bewegen; aber gerade seine Wurzeln sind die Kanäle, durch welche seine Nahrung einströmt. Er braucht sich nicht von der Stelle zu bewegen, um Nahrung zu empfangen und zu leben, und deshalb weiß er nichts, und braucht

auch nichts davon zu wissen, ob und was mit ihm los ist, und ob und wo noch Dinge außer ihm vorhanden sind.

Ein Thier hat keine solche Wurzeln, die ihm Nahrung zuführen. Es muß sich die Nahrung selber herbeischaffen. Darum muß es sich von Ort zu Ort bewegen können, darum muß es also mit der Welt außer ihm in Beziehung treten, und deshalb bedarf es einer Leibeseinrichtung, die es in den Stand setzt, etwas von der Welt kennen zu lernen.

Ein Thier ist ein Wesen, das sofort genöthigt ist, sich mit der Welt bekannt zu machen, sobald es nur in die Welt hinein versetzt wird, und welches deshalb auch eingerichtet ist zu dieser Bekanntschaft.

Wer ein Thier beobachtet im Moment, wie es aus dem Mutterleibe, oder aus dem Ei herauskommt, der hat am besten Gelegenheit wahrzunehmen, wie sich in diesem Moment gewissermaßen ein Pflanzen-Leben in ein Thier-Leben umwandelt, und in welch' wunderbarer Weise diese Umwandlung vor sich geht.

Ein Thier im Mutterleib — und auch der Mensch ist in dieser Beziehung nicht besser — lebt wie eine Pflanze. Das Thier ist durch die Nabelschnur mit dem Mutterleib verwachsen. Die Nahrung strömt zu ihm ein durch den Nabel. Einem Hühnchen im Ei geht es ebenso. Es ist zwar nicht mit der Mutter verwachsen, aber es besitzt am Ei einen Speisevorrath, der ebenfalls durch den Nabel in den Leib des Hühnchens einströmt, und der netto ausreicht, bis das Thierchen an's Tageslicht treten kann. — Man sieht also beim neugebornen

Thier eine Art Pflanzen-Dasein, wenigstens so weit es das Einströmen der Nahrung betrifft. Man nennt es mit Recht eine Frucht, denn es lebt an der Nabelschnur wie eine Frucht an einem Stengel. Mit dem Moment jedoch, wo das Thier in die Welt hinaustritt, hört dies Pflanzenleben auf. Die Nabelschnur wird mit dem ersten Aufathmen des jungen Geschöpfes unwegsam. Das Mutterthier beißt auch, geschickter als manche Hebeamme, und besser unterrichtet als Millionen von Menschen, die überflüssig gewordene Nabelschnur entzwei, und überläßt das junge Thier der Welt als einen Weltbürger; und dieses Thier, es weiß sofort, daß eine Welt außer ihm da ist. Das Kälbchen geht, ohne zu zweifeln, auf die Mutter zu, um den Mund, der noch niemals Speise empfangen hat, an die Zitzen derselben zu legen und Muttermilch zu saugen. Es wartet nicht ab, wie die Pflanze, daß die Nahrung ihm noch ferner zufließe, sondern sucht sie in der Umgebung außerhalb.

Es ist für die Wissenschaft äußerst schwierig, für dieses sofortige Erkennen des Thieres, für die sofortige richtige Benutzung seiner Füße, seines Mundes, seiner Saugwerkzeuge die Erklärung zu geben. Man hat all' dies mit dem Namen „Instinkt" bezeichnet, und versteht darunter eine angeborene Kenntniß und Geschicklichkeit solcher Verrichtungen, die dem Thiere unumgänglich nöthig sind zum Leben. Durch diese Bezeichnung eines unbekannten Dinges mit einem nicht sehr klaren Namen ist aber leider wissenschaftlich so gut wie nichts erklärt. Es läßt sich im Allgemeinen nur sagen: Ein jedes Thier

ist bestimmt, ein Leben zu führen, das mit der Außenwelt in Beziehung steht. Diese Bestimmung liegt in seiner ganzen Leibesbeschaffenheit ausgeprägt, und es tritt in bis jetzt nicht erklärter Weise mit der Außenwelt in Verkehr, sobald es in die Welt gesetzt ist.

Ein interessantes Beispiel dieser Art wurde uns von einem befreundeten Naturforscher mitgetheilt, der zu wissenschaftlichen Zwecken Hühner-Eier in der Brütmaschine ausbrüten ließ. Ein in solcher Weise in die Welt gesetztes Hühnchen, das noch nie seine Beine auf die Erde gesetzt hatte, fing sein erstes Lebensgeschäft damit an, daß es mit den Beinen auf dem wohlpolirten Tisch, wo man ihm ein paar Krumen hingelegt hatte, in regelrechter Hühnerweise herumkratzte, wie in der Absicht, Futter ausfindig zu machen. — Da auf einem polirten Tisch die sonst sprüchwörtlich gewordene Weisheit des Instinkts, der das Huhn in der Erde herumkratzen lehrt, eine Thorheit ist, so läßt sich in der That nur von solcher Erscheinung sagen, daß das Hühnchen kratzt, weil es ihm so zu Muth ist, ohne zu wissen warum, und weil es mit Kratz-Organen ausgestattet ist, und ebenso kann man im Allgemeinen nur den Ausspruch thun, daß ein Thier überhaupt mit der Außenwelt in Verkehr tritt, weil es dazu ausgerüstet in die Welt tritt, und von einem unbekannten Reiz dazu angehalten wird.

XXXVI. Wie die Eindrücke der Außenwelt den Weg zum Gehirn finden.

Ein Thier tritt überhaupt in die Welt ausgestattet für eine große Reihe von Eindrücken, die die Außenwelt auf dasselbe macht; ein Thier, das aus dem Mutterleibe kommt, ist ausgerüstet für das Leben in einer Außenwelt.

Ein Thier hat Augen, um zu sehen, was außerhalb seines Leibes vorgeht. Was in seinem Leibe passirt, weiß es nicht, es hat kein Auge, kein Organ, das ihm dies zum Bewußtsein bringen soll. Es empfängt einen Eindruck des Lichtes von Sternen, die viele, viele Millionen Meilen von ihm entfernt sind, und wird sich dessen mehr oder weniger klar bewußt, daß dieser Eindruck von außen her auf es einwirkt. Das Auge ist ein Organ zum Verkehr mit der Außenwelt.

Bedenken wir, daß das Auge im Mutterleibe ausgebildet wird, woselbst kein Sonnenlicht eindringt. Bedenken wir, daß ein Auge ein ganz zweckloses Ding wäre, wenn es keine Sonne gäbe, so sehen wir im Auge eines Thieres eine innige Beziehung eines solchen Geschöpfes zu einem Himmelskörper, der zwanzig Millionen Meilen von ihm entfernt ist, ein Band, das Leib und Leben eines Würmchens mit der Existenz der unendlich fernen Himmelskörper verknüpft.

Nicht minder ist das Ohr ein Organ zum Verkehr mit der Außenwelt, wenn auch dessen Wirkungskreis nicht so weit reicht wie der des Auges. Wir hören

höchstens nur Botschaften solcher Vorgänge, die im Bereich der Luft vorgehen, die die Erde umgiebt.

Der Geruch setzt ebenfalls das Thier in Verkehr mit der Außenwelt; aber der Bereich dieses Organs ist im Allgemeinen noch kleiner als das des Ohres.

Der Geschmack macht uns ebenfalls mit Eigenschaften von Dingen bekannt, die außer uns existiren; aber diese Dinge müssen schon in nahe Berührung mit Zunge und Gaumen treten.

Endlich giebt uns das Gefühl oder der Tastsinn gleichfalls eine Kenntniß von Dingen, die außerhalb unseres Leibes existiren; aber hierzu ist schon nöthig, daß der Eindruck durch eine unsern ganzen Leib überziehende Oberhaut hindurchdringt.

Gleichwohl sind alle diese genannten angebornen Eigenthümlichkeiten des Thieres, die man die fünf Sinne desselben nennt, Werkzeuge, um dem Thier einen Einfluß der Außenwelt zum Bewußtsein zu bringen, eine Beziehung des Thieres zu der Außenwelt zu unterhalten.

Den Pflanzen fehlen die Sinne. Sie haben nur ein innerliches Leben; und die Thiere, soweit ihr innerliches Leben reicht, haben auch mit den fünf Sinnen nichts zu thun. Es giebt auch untergeordnete Thiere, bei denen man weder Augen noch Ohren oder einen Ersatz dieser Organe bemerkt. Aber ebenso wie wir bereits dargethan haben, daß das innere Leben des Thieres sich dadurch unterscheidet von einem wirklichen Pflanzenleben, daß das Thierleben von einem System von Nerven dirigirt wird, so ist auch die Thätigkeit der

fünf Sinne des Thieres, dieser höhere Vorzug derselben vor den Pflanzen, von den Nerven abhängig, die mit den Organen der fünf Sinne in Verbindung stehen, und die Eindrücke der Sinne zum Gehirn leiten.

Von der Hinterwand des Auges geht ein Nerv, ein weißer fettartig aussehender Strang, bis an eine gewisse Stelle des Gehirns. Hier ist der Nerv mit dem Gehirn verwachsen, während er am andern Ende mit der Hinterwand des Auges verwachsen ist, welche von feinen Fäden dieser Nerven austapezirt ist. Auge, Nervenfaden und Hirn ist also in unmittelbarem Zusammenhang, und wenn dies der Fall ist, erregt irgend ein leuchtender oder beleuchteter Gegenstand, dessen Strahlen ein Bildchen auf der Hinterwand des Auges erzeugen, das Bewußtsein des Sehens. Das heißt, so lange Auge und Gehirn durch den Nerven in Verbindung stehen, so lange macht jeder Lichteindruck auf das Auge einen bewußten Eindruck auf das Gehirn; durchschneidet man aber den Nerven, so fällt zwar das Licht in's Auge; aber weil die Verbindung mit dem Gehirn zerstört ist, hört auch jede Art von Sehen auf. Das Sehen geschieht nur im Gehirn, nur an der Stätte des Bewußtseins, und der Weg vom Bild des Auges zum Gehirn geht nur durch diesen bestimmten Nerven.

Man nennt diesen Nerven den Seh-Nerven und er ist auch in der That zu nichts anderm da, als Lichteindrücke in's Gehirn zu leiten. Versetzt man Jemandem einen Schlag auf's geschlossene Auge, so reizt man diesen Nerven und macht, daß der Mißhandelte Flammen,

Funken zu sehen glaubt. Es rührt dies daher, daß dieser Nerv jede Art Reiz, den man auf ihn ausübt, mag man ihn stoßen, stechen, brennen, drücken oder elektrisiren, immer nur als einen Licht-Eindruck zum Gehirn bringt. Der Nerv hat für nichts Gefühl als für Licht; er verursacht beim Durchschneiden keinen Schmerz, sondern läßt den Operirten einen blendenden Blitz sehen, auf den für ihn ewige Finsterniß folgt.

In ganz gleicher Weise geht ein Nerv von einer bestimmten Stelle des Gehirn nach der Nase, und verbreitet sich hier in seinen Zweigen in der Nasenhöhle. Es ist dies der Riech-Nerv, der es vermittelt, daß die der Luft beigemischten feinen Theilchen verdunstender Dinge, welche mit dem Einathmen durch die Nase die Nervenzweige berühren, den Nerven reizen, und so eine Geruchs-Empfindung zum Hirn leiten. Unterbricht man die Leitung, verletzt man diesen Nerven, so hört die Gabe des Riechens vollkommen auf.

Wir werden sehen, daß es mit den übrigen Sinnen ebenso ist, und wie die Nerven im Thiere die Fäden bilden, welche die Außenwelt mit der Innenwelt verbinden.

XXXVII. Von den übrigen Sinnesnerven.

Ganz so wie es mit den Seh-Nerven und Riech-Nerven beschaffen ist, so ist es auch mit den Gehör-, Geschmacks- und den Gefühlsnerven der Fall.

Nicht allzu fern von der Stelle des Gehirns, wo der Seh-Nerv und Geruchs-Nerv nach Auge und Nase abgehen, geht der Hör-Nerv zum Ohr. Das Ohr ist nur ein Werkzeug, um den Schall, der außerhalb entsteht, aufzunehmen; der Nerv wird durch den Schall angeregt und leitet ihn zum Gehirn, in welchem er erst mit Bewußtsein vernommen wird. Auch auf diesen Nerven wirkt jede Art Reiz als Schall; wird er durchschnitten, so hört der Operirte im Augenblick des Durchschneidens einen Schall, auf welchen ewige Stille einer stummen Welt folgt.

Merkwürdig ist noch beim Hören Folgendes.

Vom Licht wissen wir, daß es nicht in die undurchsichtigen Körper eindringt. Es läßt sich also erklären, daß, wenn der dazu eingerichtete Seh-Nerv den Eindruck des Lichtes nicht nach dem Gehirn führt, auch dort das Bewußtsein des Lichtes nicht entstehen kann. Beim Schall dagegen ist es anders. Der Schall wird zwar durch dicke Mauern und noch mehr durch weiche Massen, die er durchdringen muß, gedämpft, aber er durchdringt sie dennoch, sobald er nur stark genug ist.

Daher kommt es, daß, wenn auch durch eine Verletzung oder Mißbildung des Ohrs und seiner Einrichtung der Schall nicht auf diesem Wege zum Gehör-Nerv dringt, das Gehirn dennoch hören kann, weil dann der Schall durch die Schädelwände zum Gehirn geht. So hört der Taube, so lange sein Gehörnerv unverletzt ist, das Ticken einer Uhr, wenn er sie in den Mund nimmt. Er vernimmt die Töne eines Klaviers,

wenn er mit den Zähnen einen stählernen Stab festhält, der das Instrument berührt. Ja jeder Gesunde kann sich davon überzeugen, daß der Schall zum Gehirn gelangt, ohne seinen Weg durch das Ohr zu nehmen. Hält man nämlich eine angeschlagene Stimmgabel vor sich, so vernimmt man gar nichts, oder nur ein sehr schwaches Tönen. Sowie man aber die Stimmgabel auf den Kopf setzt und den Stiel fest gegen die Kopfknochen andrückt, hört man den Ton sehr laut und deutlich.

Aehnlich wie mit den bisher erwähnten Nerven ist es mit dem Geschmacksnerven der Fall. Auch dieser geht in der Nähe der Stelle, wo die andern Sinnesnerven vom Gehirn aus entspringen, nach den Organen des Geschmacks, nach Zunge und Gaumen, und verbreitet sich hier in feine Aeste. Vernichtet man diesen Nerv, so verliert man das Vermögen, den verschiedenen Geschmack verschiedener Dinge zu empfinden, obwohl sonst Zunge und Gaumen zu allen andern Dingen, die sie verrichten, noch die Fähigkeit behalten.

Nicht ganz wie mit diesen Nerven ist es mit den Gefühls-Nerven.

Das Gefühl hat nicht seinen Sitz an einem bestimmten Organ des Körpers, sondern ist, wenn auch sehr verschieden, auf der ganzen Oberfläche des Körpers verbreitet; und deshalb ist auch die Zahl der Gefühls-Nerven größer und ihre Vertheilung im Körper verschieden. Die Gefühls-Nerven entspringen zwar alle aus dem Gehirn, aber sie gehen nicht alle direkt von dort ab bis zu allen Theilen des Körpers, in welchen

man Gefühl besitzt; es ist vielmehr die Einrichtung getroffen, daß die Theile des Kopfes mit Gefühlsnerven versorgt werden, welche direkt vom Gehirn abgehen, während der Rumpf mit Nervenfäden versehen wird, die gemeinsam in einem dicken Nervenstrang vereinigt das Rückenmarck bilden, welches durch das hohle Rohr der Wirbelsäule durch Hals und Rücken hinabläuft bis in die Tiefe der Bauchhöhle.

Das Rückgrat, dessen Knochenwirbel wir sehr deutlich mit der Hand fühlen können, besteht nämlich aus eigenthümlichen Knochenringen, die aufeinander liegend ein hohles Rohr bilden. Dieses hohle Rohr geht hinauf bis an den Schädel, woselbst im Knochen ein ziemlich großes Loch ist, durch dieses Loch hängt ein dicker Nervenstrang, der oben mit dem Gehirn verwachsen ist, herunter, der eben das Rückenmark heißt, und der das hohle Rohr fast bis hinab ausfüllt. Das Rückenmark ist also eine Fortsetzung des Gehirns, oder richtiger ein dickes Bündel einzelner Nerven, die eingeschlossen von der knochigen Wirbelsäule gemeinsam dem Rücken entlang abwärts gehen *).

In der Wirbelsäule aber sind zu beiden Seiten

*) In der Mitte des Rückenmarks befindet sich zwischen den Nervenfaser-Bündeln noch eine eigenthümlich graue Substanz, die wir bereits bei einer früheren Gelegenheit erwähnt. Die Thätigkeit dieser aus Ganglien bestehenden Substanz ist eine verwickeltere, und wir haben sie deshalb bei der Darstellung der einfachen Vorgänge der Empfindung und Bewegung nicht weiter berücksichtigt.

jedes Wirbels Löcher, durch welche Nervenfäden vom gemeinsamen Strang sich entfernen und nach den nächsten Gliedern des Leibes gehen; und diese Nerven bewirken es, daß wir im ganzen Körper Gefühl haben, das heißt, wir werden durch die Nerven, die äußerst fein an der Oberfläche des ganzen Leibes vertheilt sind, uns im Gehirn bewußt, wenn irgend ein Gegenstand außer uns unsern Körper berührt, wir empfinden Kälte, Wärme, Hitze, Stechen, Brennen und so weiter durch diese Nervenfäden, die von den Gliedern zum Rückenmark, von dort zum Gehirn führen.

XXXVIII. Die Fähigkeit der Bewegung des Thierleibes.

Wir sehen, wie das ganze Thierleben, so weit es sich vom Leben der Pflanze unterscheidet, dirigirt wird von der Existenz eines Gehirns und der von ihm auslaufenden Nerven; wie sowohl Sehen, Hören, Riechen, Schmecken und Fühlen herrühren von einer Thätigkeit des Gehirns und einer Leitung der Nerven, welche die Eindrücke der Außenwelt dem Thiere zum Bewußtsein bringen. Wir wollen nunmehr zeigen, wie auch das Thier ebenfalls durch das Gehirn und durch Nerven in den Stand gesetzt ist, sich mit der Außenwelt in ein Verhältniß zu setzen, wie es nicht nur Eindrücke von

außen her empfängt, sondern auf die Außenwelt mit mehr oder weniger freiem Willen einwirken kann.

Diese Einwirkung geschieht durch die Fähigkeit des Thieres, sich in der Welt zu bewegen und thätig zu sein, soweit es zum Leben in der Außenwelt nöthig ist.

Ein jedes Thier ist so gebaut, daß es Körper-Theile besitzt, welche es nach eignem Willen zusammenziehen und wieder in die natürliche Lage der Erschlaffung übergehen lassen kann; und auf dieser einzigen Fähigkeit, die im Grunde genommen äußerst einfach ist, beruht die ganze Maschinerie, durch welche ein Thier sich in Bewegung zu setzen vermag, und zwar geschickter und durchdachter als alle künstlichen Maschinerien der Welt.

Wir wollen der Deutlichkeit halber den Menschen als Beispiel anführen, insoweit er hierin dem Thiere gleicht; denn das Gehen, Stehen, Hinlegen, Aufrichten, Laufen, Springen, Schwimmen und Hantieren des Menschen ist in allen naturgemäßen Fällen dem des Thieres gleich. Das Prinzip ist dasselbe, wenn auch die menschliche Fähigkeit in den meisten Dingen eine sehr gesteigerte ist.

Alle Bewegungen, die wir auszuführen im Stande sind, beruhen nur darauf, daß wir Muskeln besitzen, das sind die Fleisch-Partieen, die man gewöhnlich unter dem Namen Fleisch bezeichnet. Viele Menschen glauben freilich, daß das Fleisch eine Art empfindliches Polster um die Knochen ist; das ist aber ein Irrthum. Das Fleisch ist Muskel, ein Stück Fleisch, das auf unsern Tisch gebracht wird, und das wir uns wohlschmecken

lassen, ist ein Stück Muskel des Thieres, welches uns zur Nahrung dient, das aber dem Thiere als das Hauptwerkzeug der Bewegung gedient hat. Die Muskeln sind sehr verschieden geformt, und es giebt Stellen, wo eine Partie Muskeln sich auf einem kleinen Raum befinden. Wenn wir Jemanden gefällig in die Backen kneifen, so haben wir nicht etwa ein einziges Stück Fleisch zwischen den Fingern, sondern eine ganze Partie Muskeln, zwischen denen Fett gelagert ist, und die gemeinschaftlich von der Haut überzogen sind. Die Muskeln selber sind kleinere oder längere, dickere oder zartere, schmalere oder breitere fleischige Lappen, die meist von einem Knochen zum andern laufen und mit dem einen Ende an dem einen, mit dem andern an dem zweiten Knochen angewachsen sind, ohne jedoch in ihrer Länge mit den Knochen verwachsen zu sein.

Dadurch nun, daß man mit seinem Willen diese mit den Enden an zwei Knochen angewachsenen Muskeln zusammenziehen, verkürzen kann, zwingt man die Knochen, sich im Gelenk, wie eine Thür in ihrer Angel, zu bewegen, und hierauf einzig und allein, auf diesem äußerst einfachen Mechanismus beruht jede natürliche und künstliche Bewegung, die wir mit dem Körper vornehmen können.

Ein einziges Beispiel wird das, was wir hiermit meinen, deutlich machen.

Man lasse den linken Arm ruhig hängen, und man wird mit der rechten Hand fühlen können, daß der dicke Muskel in der Mitte des linken Oberarms weich

und schlaff ist. Sowie man aber die linke Hand nach der Schulter bringen will, also genöthigt ist, den ruhenden Arm im Ellenbogen wie in einem Gelenk zu bewegen, so wird man mit der rechten Hand fühlen, auch mit dem Auge sehen können, daß der dicke Muskel des linken Oberarms sich zusammenzieht, daß er bauchiger, dicker und deshalb kürzer und fester wird. Viele werden nun glauben, daß dies nur geschehen ist, weil man den Arm im Ellenbogen bewegt habe; sie werden die Bewegung als die Ursache, und das Dickwerden des Muskels als die Folge betrachten; dies ist aber umgekehrt der Fall.

Wir haben den Unterarm nur zu heben vermocht, weil wir den Muskel des Oberarmes zusammengezogen haben. Das untere Ende des dicken Muskels ist nämlich an den Knochen des Unterarmes angewachsen, und indem wir den Muskel zusammengezogen, also kürzer gemacht haben, haben wir den Unterarm gezwungen, sich dem Oberarm zu nähern, sich zu heben und im Ellenbogen-Gelenk zu drehen.

Freilich haben wir beim Heben des Unterarmes gar nicht an den dicken Muskel über ihm gedacht, und es kommt uns auch so vor, als hätte sich dieser Muskel gar nicht um den Unterarm zu kümmern, und doch beweisen es die tausendfältigen Versuche, daß nur wenn wir diesen Muskel zusammenziehen können, wir im Stande sind, den Unterarm zu heben; ist der Muskel bedeutend verwundet, so daß wir ihn nicht zusammen-

ziehen können, so ist es rein unmöglich, die Bewegung des Unterarmes auszuführen.

Da aber ein ähnliches Verhältniß im ganzen Körper stattfindet, so ist es durch tausendfältige Untersuchungen nachgewiesen, daß alle Bewegungen unserer Glieder nur bewerkstelligt werden durch die Fähigkeit, die Muskeln zusammenzuziehen, so daß hauptsächlich hierauf die ganze Maschinerie der Beweglichkeit beruht.

Wir werden aber sogleich sehen, daß auch hierbei das Gehirn und die Nerven die eigentliche Hauptrolle spielen.

XXXIX. Wie die Muskeln zur Bewegung angereizt werden.

Die Fähigkeit der einzelnen Muskeln, sich zusammenzuziehen, und dadurch Bewegungen der Glieder des Thieres zu veranlassen, liegt zwar in der Beschaffenheit der Muskeln selbst; es haben jedoch unzählige Versuche den Beweis geführt, daß sich ein Muskel durchaus nur in Folge eines Reizes zusammenzieht, der ihm vom Gehirn zukommt.

Außer den Nerven, welche die Eindrücke der fünf Sinne zum Gehirn führen, gehen nämlich vom Gehirn noch andere Nerven ab, und zwar nach jedem Muskel unseres Leibes; und diese Nerven bringen vom Gehirn

den Reiz zu den Muskeln, auf welchen sie sich zusammenziehen.

Der Weg, den diese Nerven vom Gehirn zu den Muskeln nehmen, ist ebenso wie der der Gefühlsnerven verschieden für Kopf und Rumpf. Die Muskeln des Kopfes werden von Bewegungsnerven versorgt, die direkt vom Gehirn zu ihnen abgehen; die Muskeln des Rumpfes werden von Bewegungsnerven durchwebt, welche gemeinsam einen Theil des Rückenmarks bilden, das vom Gehirn abwärts der Wirbelsäule entlanggeht, und von hier Nervenfäden nach jedem Muskel des Leibes absendet.

Man nennt diese Nerven mit Recht: „Bewegungs-Nerven", denn nur sie sind es, welche vom Gehirn aus den Befehl nach jedem besondern Muskel bringen, wenn dieser sich zusammenziehen soll. Ist das Gehirn nicht im Stande, solche Befehle zu ertheilen, wie z. B. im Schlafe, in Ohnmachten, während der Betäubung durch Chloroform u. s. w., so ruhen die Muskeln und bewegen sich nicht aus eignem Antrieb. Der Patient, der wegen einer vorzunehmenden Operation mit Chloroform stark betäubt wird, fühlt nicht nur keinen Schmerz, sondern er ist auch nicht im Stande, die Glieder zu bewegen. Die Betäubung des Gehirns bewirkt, daß dieses nicht jenen Reiz auf die Muskeln ausüben kann, den es sonst vermittelst der Nerven ausübt. Nach einem heftigen Schlage auf den Schädel, der im Stande ist, das Gehirn zu erschüttern, stürzen die kräftigsten Thiere nieder; sie vermögen sich nicht auf den Beinen zu

erhalten, denn ihre Muskeln erschlaffen sofort, sobald das Gehirn in seiner Thätigkeit gestört ist. Ein schrecklicher, entsetzenvoller Anblick vermag die vollkommen gesunden Glieder eines Menschen erschlaffen zu machen, zu lähmen, ja sogar dauernd zu lähmen. Der Anblick hat zwar nur durch das Auge auf das Gehirn gewirkt; aber die Erschütterung, die dieses hierbei erlitten hat, ist oft groß genug, um die Thätigkeit des Gehirns auf die Nerven und Muskeln des Leibes zu unterbrechen. Ist die Unterbrechung nur sehr kurz, so zuckt der ganze Leib blos zusammen und richtet sich bald wieder auf, wie dies beim heftigen Erschrecken gewöhnlich ist. Dauert die Unterbrechung der Gehirnthätigkeit länger, so erschlaffen die Muskeln, die Füße knicken ein, und der Mensch wird ohnmächtig, das heißt, zeitweise an allen Gliedern gelähmt. Ist der störende Eindruck auf das Gehirn noch heftiger gewesen, war er z. B. so stark, daß er mittelst des herumschweifenden Nerven des Vagus, dessen wir bereits früher erwähnt haben, auch die Herzthätigkeit stört, so kann ebensowohl eine Blut-Entleerung, wie auch das Gegentheil, ein Bluterguß im Gehirn stattfinden, und eine dauernde Lähmung, oder gar den Tod zur Folge haben. Man nennt dies vom Gehirn-Schlage getroffen worden, weil wirklich der erschütternde Eindruck auf das Gehirn die Hauptursache dieser unglücklichen Vorfälle ist.

Aus all' dem aber ergiebt sich, daß die Bewegung der Glieder, der Muskeln also, nur durch die Thätigkeit des Gehirns erfolgt, und daß alle Glieder sammt und

sonders unbeweglich sind, wenn sie nicht vom Gehirn aus zur Bewegung angeregt werden.

Und diese Anregung eben geschieht durch die Boten des Gehirns, durch die Nerven, die wie elektrische Drähte vom Gehirn, dem Zentral=Bureau, nach jedem Muskel gehen, und auf eine Anreizung, die, wie neuerdings erwiesen worden, wirklich elektrischer Natur ist, das Zusammenziehen der Muskeln in zweckmäßiger Weise anordnet.

Man kann auch deshalb ein bestimmtes Glied einzeln lähmen, während das Gehirn und der ganze Körper vollkommen gesund sind. Man braucht nur den Bewegungsnerven eines Gliedes zu durchschneiden, so fällt das Glied schlaff zusammen, und vermag nicht die geringste Bewegung auszuführen. — In Krankheitsfällen kommen Verletzungen einzelner Bewegungsnerven häufig vor, und ihre Folge ist immer die vollständige Lähmung des Muskels, der von diesen Nerven versorgt wird. Bei Thieren haben die Naturforscher die merkwürdigsten Versuche angestellt, und zwar durch Zerschneiden der Nervenwurzeln, wo sie aus dem Rückenmark heraustreten, um zu den einzelnen Gliedern zu gehen. Durch wiederholte Beobachtungen und Versuche ist man dahin gekommen, daß man jetzt einem Thier durch Zerschneiden einer einzigen Nervenwurzel das Gefühl in einem Gliede, z. B. einem Beine, benehmen kann. Das Thier kann in solchem Falle laufen, springen u. s. w., aber es fühlt nichts davon, wenn man ihm Stücke des Beines abschneidet, ausbrennt oder sonstwie vernichtet. Durch

Zerschneiden einer andern Nervenwurzel vermag man aber das Bein zu lähmen; das heißt, man benimmt durch Zerschneidung der Bewegungsnerven dem Thier die Fähigkeit, das Bein auch nur im entferntesten zu bewegen.

Durch all' das ist es festgestellt, daß auch der Vorzug des Thierlebens vor dem Pflanzenleben, der in der „Bewegung" besteht, seinen Grund in der Existenz eines Gehirns und eines Nervensystems hat.

Druck von Franz Duncker's Buchdruckerei in Berlin.

